

## ثانياً : الجهاز الدوري The Circulatory system

تقسم ان أجهزة دورية تغوير تلك التي نعرفها في الحيوانات الفقارية، فليس كل ان للفقاريات أجهزة دورية مغلقة Closed system فان للحشرات جهازاً دورياً مفتوحاً Opened system يتكون من وعاء دموى ظهري، ذي فتحة أمامية يصب من خلالها السائل الدموي Haemolymph حيث يغمر السجة الجسم وأجزائه الداخلية على أن يعدا سحبه بواسطة الجزء الخلفي من الوعاء الدموي الظهري وهكذا تتم الدورة الدموية ويكون أنجبار الدموي في الحشرة كالتالي (أ. ٤٦) مما يلي :

١- الوعاء الدموي الظهري Dorsal blood vessel.

٢- التجويف الدموي Haemocoel.

٣- الأعضاء النابضة المساعدة Accessory pulsating organs.

٤- الدم Blood or Hemolymph.

والتي تفصيل لهذا الإحداث :

١- الوعاء الدموي الظهري Dorsal blood vessel.

يستقر أسفل الصفائح الظهيرية Terga وعلى امتداد خطها الوسطى وعاء دموي ظهري يطلق عليه الوعاء الدموي الظهري، يرتبط هذا الوعاء بتلك الصفائح عن طريق نسيج ضام يطلق عليه Suspensoria ومن الملاحظ أن مقدم هذا الوعاء لا يرتبط بتلك الصفائح بل يمر أسفل الخ لا يرتبط بدرجة أوثق بمقدم القناة الهضمية وهو ما يعرف بالمرئ Oesophagus ويركب هذا الوعاء تشريحياً من طبقة خلوية بسيطة ويوجد هذا الوعاء أيضاً في منطقة فراغ الدم يطلق عليها الجيب القلبي Pericardial sinus يحده من أسفل الحاجز الظهري Dorsal Diaphragm ويحده من أعلى صفائح انجم الظهيرية Notor terga ويتكون هذا الوعاء من :

أ) القلب Heart :

هو الجزء الخلفي النابض من الوعاء الدموي الظهري شكل (٤٦) الذي ينقسم إلى مجموعة من الحجرات القلبية Cardiac Chambers ويمكن تمييزها عن بعضها بواسطة اختلافات Constructions بنية واضحة، ويوجد على جانبي هذه الاختناقات أزواج من الفتحات بثقة تعمل على الصمامات Valves حيث تسمح للدم بالدخول من فراغ الجسم وتمنعه في نفس الوقت من العودة ثانية.

حين نراها أقل من ذلك بكثير إذ لا يوجد منها إلا حجرة واحدة فقط كما في بعض أنواع البق الدقيقى. وغالباً ما يشغل القلب بحجراته المنطقة البطنية فقط ولكنه في أحيان أخرى قد يمتد ليشمل المنطقة الصدرية كما في حشرات الصراصير.

## ٢- الأبهر أو الأورطى الظهرى Dorsal aorta

وهو الجزء الأمامى من الوعاء الدموى الظهرى، والذي يعتبر امتداد للقلب إلى الأمام، وهو أنبوية بسيطة ليس فيها فتحات جانبية كما هو الحال في القلب - اللهم إلا في حشرات كل من رتبة اليعاسيب (الرعاشات)، ومستقيمة الأجنحة وغمدية الأجنحة، وحرشفية الأجنحة حيث يوجد بهذه الأنبوية فتحات ظهرية - لا جانبية - تؤدي إلى الأعضاء النابضة الإضافية التي توجد عند قواعد الأجنحة حيث تساعد على ضخ الدم فيها. ويفصل الأورطى عن القلب صمام أورطى Aorta valve يسمح للدم الوارد من القلب بالمرور خلال الأورطى ويمنع عكس ذلك - ويفتح الأورطى في منطقة الرأس (أسفل المخ وأعلى منطقة العزى) بفتحة قمعية الشكل أو قد يتفرع إلى فرعين أو أكثر.

## ب- الأعضاء النابضة المساعدة Accessory pulsating organs

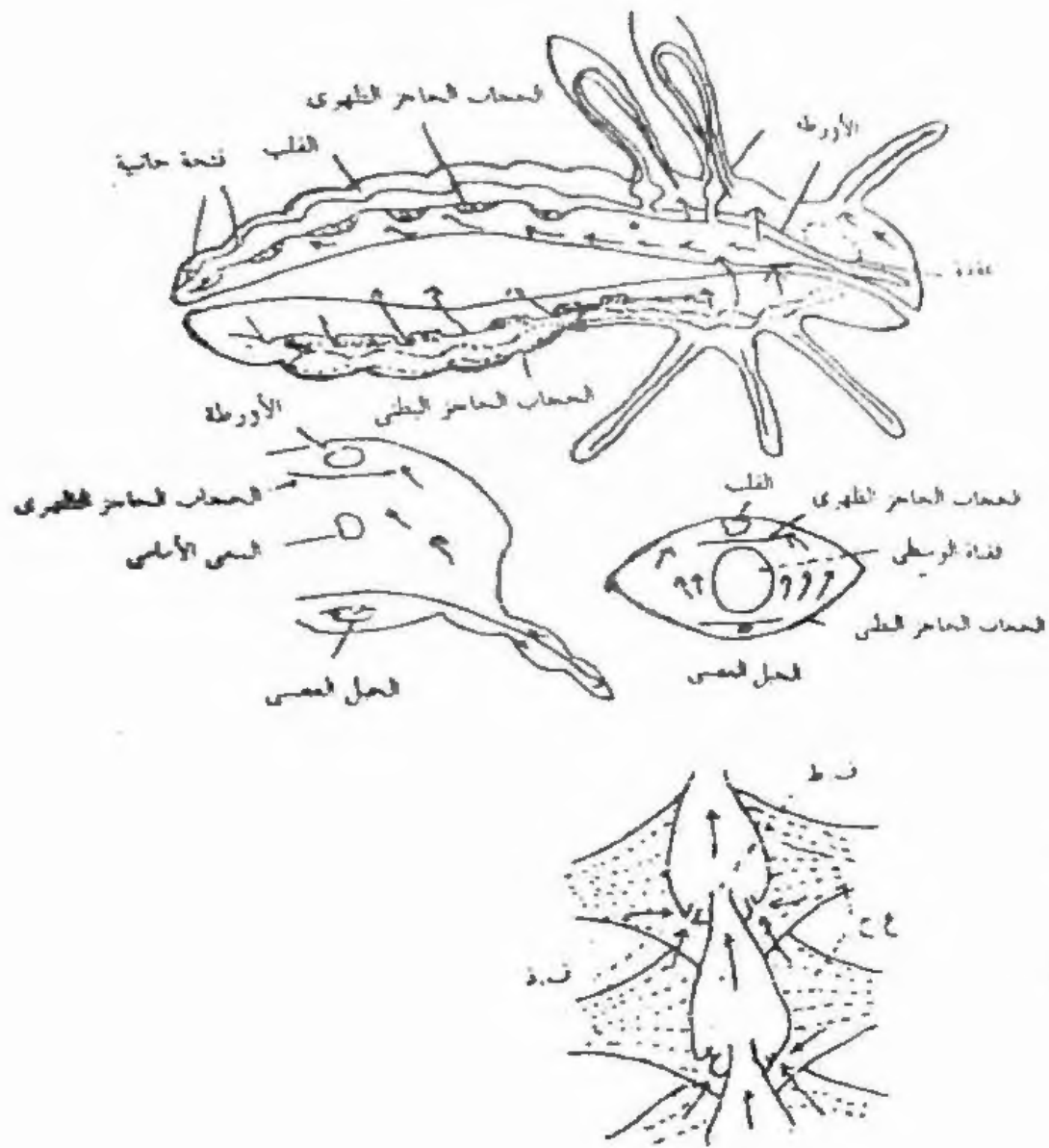
هناك أعضاء نابضة أخرى، بالإضافة إلى الوعاء الدموى الظهرى وإن كانت في حقيقة الأمر لا تنقسم عنه وإنما تأخذ منه وتصب فيه، وتوجد تلك الأعضاء في المنطقة الصدرية عند قواعد الأجنحة أو عند حرقفات الأرجل الصدرية أو قد تكون في الرأس عند قاعدة كل من قرني الاستشعار. والغرض منها إنما هو توجيه سير الدورة الدموية خلال تلك الزوائد. وليست تلك التراكيب سوى أكياس توجد أسفل الصفاق الظهرية ويصلها بالأورطى وعاء أنبوي بسيط.

## ج- التجويف الدموى Haemocoel

هو التجويف الذي يملأ الدم بحيث يغمر أنسجة الجسم وأجهزته الداخلية. ويقسم الحاجزان اللبنيان العضليان Diaphragms هذا التجويف إلى ثلاثة جيوب Sinuses.

## ١- الحاجز الظهرى Dorsal diaphragm

سبق لنا أن ذكرنا أن الفتحات القلبية الجانبية تحرسها عضلات جناحية وتتخللها قصيبات هوائية ويضاف إليها مجموعة من الأنسجة الضامة التي تكون على شكل حاجز أو غشاء يقع أسفل هوائية ويضاف إليها مجموعة من الأنسجة الضامة التي تكون على شكل حاجز أو غشاء محيط يرتبط جانباه بكل من جانبي الوعاء الدموى الظهرى وأعلى القناة الهضمية وهو غشاء محدب يرتبط جانباه بكل من جانبي الصفاق الظهرية لحقات الجسم، وتجدر الإشارة إلى أن هذا الحاجز ليس تام الارتباط بجوانب



شكل (٤٦) يوضح الجهاز الدوري في بعض الحشرات

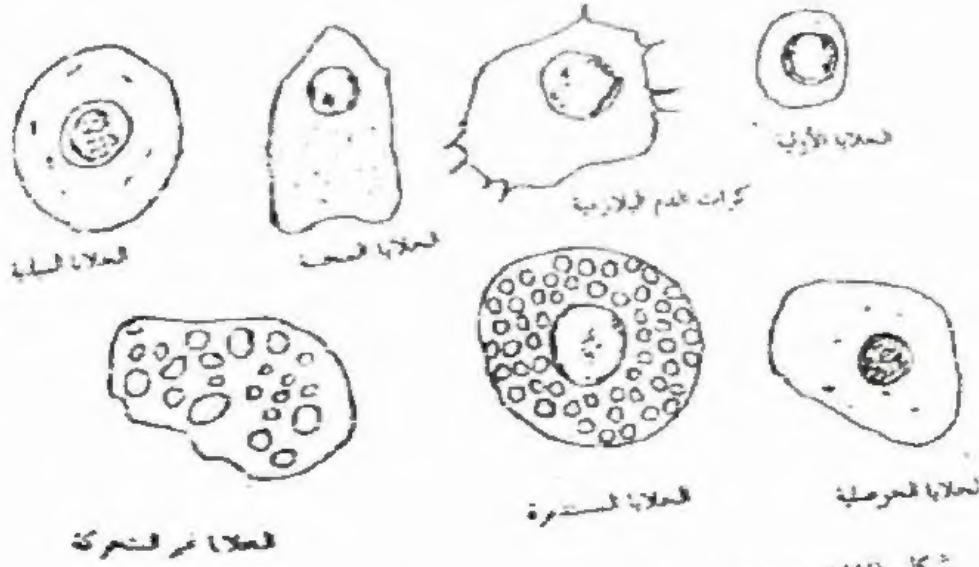
ومن جهة أخرى فإنه يوجد صمامان بطنيان بين كل حجرتين قلبيةتين يسمحان للدم بولوج الحجرات الأمامية بحيث يأخذ في اتجاهه إلى مقدم القلب مع عدم السماح له بالعودة إلى الخلف ويحرس الفتحات القلبية الجانبية أزواج من العضلات الجناحية Form muscles.

ومن نافذة القول، أن أعداد الحجرات القلبية يختلف باختلاف أنواع الحشرات فقد تكون اثنتي عشرة غرفة كما في الصراصير وأقراس النسي وقد يقل عندها عن ذلك بحيث تصبح خمس حجرات كما في الحشرات غشائية الأجنحة وقد تكون ثلاثاً كما في الذباب من جنس Musca في



## ٢- خلايا الدم Haemocytes

تسمح في بلازما الدم عدة أنواع من الخلايا النموية، التي تختلف شكلاً ووظيفة شكل (٥٧). على أننا لا نتوقع أن نجد في هذه الأنواع خلايا تتأخر الكرات الدموية الحمراء. علماً بأنه ليس هناك تصنيف محدد أو قاطع يحصر أنواع تلك الخلايا، لأن الخلايا النموية هذه تختلف اختلافاً شامعاً تحت مختلف الظروف، وإيضاً لاختلاف طرق الفحص المتبعة. وعلى أي حال فإن العثم Jones سنة ١٩٦٢، ١٩٦٤ قد صنف الأنواع الرئيسية للخلايا النموية إلى أربعة أنواع رئيسية هي الحشرات التي تمت دراستها.



شكل (٤٧) رسم توضيحي يبين الأنواع المختلفة من خلايا الدم وهذه الأنواع الأربعة هي :

### ١- الخلايا النموية الأولية (الصغيرة) Prohaemocytes

ونحن نميل إلى استخدام هذا الاصطلاح بدلاً من Proleucocytes الذي يعني الكرات النموية البيضاء الأولية. وهي خلايا نموية صغيرة الأحجام مستديرة الحواف ذات أنوية كبيرة نسبياً وحشوات Cytoplasm قاعدية صغيرة. وتنقسم تلك الخلايا على فترات لتعطي أنواعاً أخرى من الخلايا.

### ٢- الخلايا النموية المهاجمة Plasmicetes

وهي الخلايا التي يحتوي السائل الدموي منها على النسيب الأوفر، وليس لهذه الخلايا شكل محدد فقد تأخذ الشكل المستطيل أو القرصي أو الأميبي، وإنما سميت بذلك لقدرتها على احتواء

## د. السائل الدموى Blood or Haemolymph

يمثل السائل الدموى تجويف الجسم الداخلى، حيث يغمر مختلف الأعضاء مباشرة، ويتكون هذا السائل من البلازما السائلة Fluid plasma التى تحتوى معلقاً من الخلايا الدموية Haemocytes وسنين كلاً من هذين المكونين فيما يلى :

### ١. البلازما Plasma :

هى السائل الذى تسبح فيه الخلايا الدموية وتصل نسبة الماء فى البلازما ٩٠% وإن كان من المرجح أن هذه النسبة يطرأ عليها التغيير زيادة أو نقصاً، فمن المعلوم أن حجم الدم يرتفع بصورة واضحة وبخاصة قبل عملية الانسلاخ، وقد يرجع سبب ذلك جزئياً إلى عدم فقد الماء من الأنسجة، أما بعد عملية الانسلاخ فينخفض حجم الدم.

وتؤثر السائل الدموى حامضى ضعيف فى معظم الحشرات، حيث يصل أسه الأيدروجينى إلى (٧-٦) وقد يكون تأثيره قلوياً (٧.٢-٧.٧) كما فى حشرات الهموش من جنس Chironomus على أن هذا الارتفاع الطفيف فى الأس الأيدروجينى إنما يحدث أثناء عملية الانسلاخ ويصل الضغط الاسموزى للسائل الدموى ٨-٧ ضغط جوى على أنه قد يرتفع فى بعض الحالات إلى ١٢ ضغط جوى، ويعمل الضغط الاسموزى على حركة الماء بين الدم والأنسجة.

وتحتوى بلازما الدم على الأملاح المعدنية مثل أملاح الصوديوم والكلوريدات، وكذلك تحتوى على المواد العضوية مثل الأحماض الأمينية وكذلك البروتين والسكريات ويتكون دم الحشرة عادة باللون العنبرى الفاتح أو قد يكون ضارباً إلى الخضرة أو الزرقاء نظراً لوجود مادى الهيموسيانين التى يدخل فى تركيبها النحاس بدلاً من الحديد، أما فى بعض الحالات كما فى الهموش فيتلون السائل الدموى بنون أحمر وعلى أي حال فإن لون الدم قد يرجع إلى وجود مواد صبغية من نواتج الغذاء وتلعب بلازما الدم دوراً هاماً فى نقل نواتج تمثيل المواد الغذائية إلى مختلف أجزاء الجسم. بالإضافة إلى وظيفتها فى تخزين بعض المواد المضغوطة مثل البروتين والسكر، هذا بالإضافة إلى الدور المحدد الذى تقوم به فى عملية التنفس.

الصفائح الظهرية، وأما توجد مناطق تملأ من هذا الحيز  
فهي في الجيب القلبي ليصل الدم إلى الجيبين القلبيين الآخرين.

## ٢- الحاجز البطني Ventral diaphragm

غطاء عضلي ليفي مستعرض يقع أعلى الحبل العصبى وأسفل القناة الهضمية ويوجد في المنطقة البطنية من الجسم فقط، وهو حاجز متعر يتصل جانباه بكل من جانبي الصفائح البطنية Sterna في نقطة واحدة من كل جانب على الأقل في معظم الحشرات، أما في حشرات حرشفية الأجنحة فيوجد أكثر من منطقة اتصال بين الحاجز البطني والصفائح البطنية لكل حلقة. ويقتصر وجود هذا الغشاء على المنطقة البطنية فقط في معظم رتب الحشرات، باستثناء الحشرات المستقيمة الأجنحة حيث يمتد أيضاً إلى منطقة الصدر، كما أنه لا يمتد إلى الخلف أسفل النهاية الخلفية للحبل العصبى. ويختلف تركيب الحاجز البطني من منطقة لأخرى فقد يكون عسائياً رقيقاً في منطقة صدر النمل بينما يملأ من العضلات في المنطقة البطنية وقد يختلف باختلاف العمر أيضاً ويوجد كل من الحاجز الظهري والحاجز البطني في كل من اليرقات والحشرات البالغة لرتب شبيهة الأجنحة Neuroptera وغشائية الأجنحة Hymenoptera ومستقيمة الأجنحة Orthoptera ورتبة اليعسوب (الرعاشات) Odonata بينما لا يوجدان إلا في الحشرات البالغة فقط لرتبة ذات الجناحين Diptera أما فيما عدا ذلك من الحشرات فيغيب الحاجز البطني أو قد يتحول إلى نسيج ضام يحيط بالحبل العصبى كما في حشرات رتبة حرشفية الأجنحة Lepidoptera ويقسم هذان الحاجزان فراغ الجسم إلى الجيوب التالية :

### ١- الجيب الظهري أو القلبي Dorsal or pericardial Sinus :

ويطلق هذا الاسم على المنطقة الظهرية من تجويف الجسم والتي يحدها من أسفل الحاجز الظهري ويحدها من أعلى الصفائح الظهرية لحلقات الجسم، ويقع انوعاء الدموى الظهري في هذا الفراغ.

### ٢- الجيب الحشوى Visceral sinus :

وهو عبارة عن جزء التجويف الدموى الذى يقع ما بين كل من الحاجزين السابقين والذي تقع القناة الهضمية بداخله.

### ٢- الجيب البطني أو العصبى Ventral or perineural sinus

وهو الجيب الذى يحيط بالحبل العصبى ويقع أسفل الجيب الحشوى ويحده من أعلى الحاجز البطني ومن أسفل الصفائح البطنية لحلقات الجسم.



الأجسام الغريبة والفضاء عليها، فضلاً عن الدور الذي تلعبه أثناء مراحل نضج الحشرات ومساعدتها في التام الجروح وهذه الخلايا ذات طبيعة قاعدية.

### ٣- الخلايا الدموية المحببة Granular haemocytes

نوع آخر من الخلايا الدموية المهاجمة والتي تمتاز باحتواء حشواتها على أعداد وفيرة من الحبيبات ذات الطبيعة الحامضية والتي يرجع لها الفضل في موازنة درجة تآين الأيدروجين (نسبة الحموضة) في السائل الدموي، (ومن المعلوم أن هذه النسبة تكون متعادلة إذا أخذت القيمة ٧ وإذا قلت عن هذه القيمة يكون الوسط حامضياً وإذا زادت يكون قلويًا).

### ٤- الخلايا الدموية الحويصلية :

وقد يطلق عليها الخلايا المتخثرة (المتخنطة) Coagulocytes وتظهر تلك الخلايا عند فحصها بأحجام كبيرة نوعاً تتوسطها أنوية صغيرة مميزة شاحبة Pale أما الحشرة فتأخذ اللون الزجاجي Hyaline وتحتوي على حبيبات متفرقة ذات ألوان داكنة، وهذا ما يميزها عن الخلايا الدموية الأخرى التي تكون أنويتها كبيرة وشاحبة وحشواتها غامقة، وتعتبر الخلايا الدموية الحويصلية نوعاً خاصاً من الخلايا المحببة.

### ١- الخلايا شبيهات الخلايا الخمرية Oenocytoids :

وتوجد في كل من حشرات عمدية الأجنحة، حرشفية الأجنحة، وبعض حشرات ذات الجناحين. وتتميز هذه الخلايا بكبر أحجامها واستدارتها وبكثافتها، كما أنها ذات طبيعة قاعدية، وتحتوي حشواتها على قنابات Canaliculi بالإضافة إلى وجود حبيبات أو تجمعات بلورية، وترتبط هذه الخلايا بجدار الجسم حيث توجد في مجاميع قريباً من البشرة الداخلية، على أنها تقوم بامتصاص بعض المواد من البشرة الداخلية ثم تفرزها ليتكون منها مكونات تدخل في الجلد، ولا بدع إذا أن تسمى هذه الخلايا وقد تضخمت إبان الانسلاخ حيث تمتلئ بالبروتين الدهني Lipoprotein الذي يدخل في تركيب الجلد. فضلاً عما يقال من أن هذه الخلايا تفرز هرمونات جنسية في حشرات الهموش اليافعة، فإنه يقال أيضاً أنها تفرز أنزيمات تلعب دوراً في أكسدة الغذاء المخزن في الجسم الدهني للحشرات.

### ٢- الخلايا الدموية الكروية أو البيضاء Sphencl or oval cells

وتوجد في حشرات كل من رتبة الحشرات (حرشفية الأجنحة و ذات الجناحين) وتأخذ الشكل المستدير Rounded أو البيضوي Oval وتحتوي على حبيبات حامضية تملأ حشواتها.

## ٢- الخلايا الكلوية Nephrocytes

وهي خلايا تحتوى الواحد منها على نواتين، وتنتشر داخل التجويف الظهري وعلى حصى القلب وقد يطلق عليها الخلايا الحولية قلبية Pericardial cells وتمتاز بقدرتها الإخراجية حيث تمتص المواد الأزوتية الفائقة وتخزنها في حشوتها على أن تتخلص الحشرة منها أثناء عملية الأسلاك.

## ٣- الخلايا الدهنية Adipohaemocytes

وتوجد في حشرات كل من رتبتي الحشرات (حشرة الأجنحة وذات الجناحية)، وهي خلايا متضخمة تمتاز بوجود قطرات من الدهن بالإضافة إلى مواد أخرى داخل السيتوبلازم، وتوجد في دماء الحشرات المتطفل عليها داخلياً، حيث تنشأ من بعض خلايا الغشاء الجنيني للطفيل الداخلي أثناء مرحلة نموه الجنيني وتتساقط في بلازما العائل وتصبح بحرية وتمتص المواد الغذائية وحببيات الدهن وتقوم برفقات الطفيل بالتغذى بها فهي لهذا تعتبر بمثابة مصائد لجميع للطفيل قوته بدلاً من سعيه الدائب وبحثه عنه.

## أهم وظائف خلايا الدم : Functions of haemocytes

تقوم الخلايا الدموية بعدة وظائف نذكر منها على سبيل الأمثلة لا الحصر ما يلي :

### ١- الابتلاع Phagytosis

يعتبر ابتلاع الخلايا الدموية لحيبيات الأحاسم الغريبة والكائنات الدقيقة بالإضافة إلى نواتج تحلل الأنسجة هو الوظيفة المشتركة لجميع تلك الخلايا الدموية، وتعتبر الخلايا الدموية المهاجمة Plasmocytes أهم تلك الأنواع في هذا الصدد. وترتبط زيادة أعداد الخلايا المبتلعة التي تظهر أثناء فترات التبدل Metamorphosis بتحلل الأنسجة والتخلص منها. وقد تهضم المواد المبتلعة داخل تلك الخلايا وقد تغلف الخلايا التي بداخلها أجسام غريبة بمجموعة أخرى من الخلايا المبتلعة أو المهاجمة. وفي بعض الحشرات مثل صراصير الغيط قد تتجمع تلك الخلايا لتكون عضواً خاصاً يطلق عليه عضواً الابتلاع Phagocytic organ يفتح في القلب.

### ٢- التغليف Encapsulation

وتلك وظيفة أخرى تقوم بها الخلايا الدموية عندما يكون الطفيل الداخلي أكبر حجماً من تلك الخلايا فإن مجموعة من تلك الخلايا تحاصر الطفيل بحيث تكون حوله جداراً من الخلايا المترابطة وتمنع عنه وصول الأكسجين فيموت خنقاً، وقد تتمكن بعض الطفيليات الداخلية، مثل حشرات



ضائية الأجنحة من مقاومة تلك الكسولات أو الأغلفة التي تحاصرها عن طريق اتصال أقماعها التنفسية بالجهاز التنفسي القصبي للعائل حيث تأخذ احتاجاتها من الأكسجين فتبطل بذلك دور التنغيف.

### ٣- الإفراز والتمثيل Secretion and metabolism :

وقد تلعب الخلايا النموية دوراً هاماً في تكوين الأنسجة الضامة وقد أثبت Wigglesworth (١٩٥٦) أن الخلايا النموية هامة جداً في تكوين الغشاء القاعدي لجدار جسم بقعة *Rhodnius* وعند تكوين الطبقة الخلوية أثناء الانسلاخ فإن الخلايا الدموية تنتشر أسفل طبقة البشرة الداخلية. وترتبط بعض تلك الخلايا ارتباطاً وثيقاً بتكوين الجسم الدهني وأيضاً بعملية التمثيل الغذائي الوسطى Intermediate metabolism وهذه الظاهرة حقيقة واقعة تقوم بها الخلايا الكروية أو البيضوية التي سبقت الإشارة إليها وبخاصة في تحول حشرة *Sarcophaga* من الطور اليرقاني إلى الطور العذري، حيث تزداد أعداد تلك الكرات قبيل التعذير وتحتوي على أنزيم Tyrosinase الذي يلعب دوراً هاماً في تصليب واغتمقاق الجنيد اليرقاني وتحوله إلى الجنيد العذري Pupa هذا بالإضافة إلى توصيل نواتج التمثيل الغذائي إلى مناطق الجسم المختلفة.

### ٤- التجلط والتآمل الجروح Wound healing & Co-agulation :

عندما يعطب جزء من سطح الجسم فسرعان ما تتدفق أنواع من الخلايا النموية مثل Phagocytes و Plasmocytes نحو هذا المكان لتكون عضواً شبكياً لا يلبث أن تملأ المصورة (البلازما) حتى إنه ليكتفى لهذا الجرح ريثما تعيد البشرة الداخلية بناءها الجديد.

## الدورة الدموية Circulation :

١- حركة الانقباض Diastole : عندما يمتلئ الجيب الدموي الظهري بالدم فليس هناك بد من أن تفتح الصمامات الأذنية والبطينية لمختلف حجرات القلب فيندفع الدم إلى تلك الحجرات نظراً لاختلاف الضغط داخلها وخارجها.

٢- حركة الانقباض Systole : وتبدأ في هذه الحالة عملية ضخ الدم من حجرات القلب إلى الأورطى. مبتدئة من الخلف إلى الأمام، حيث تغلق الحجرة القلبية الخلفية صمامها الأذنين (الذان يفتحان جانبياً في فراغ الجسم) وتنقبض بواسطة أنسجتها ويساعدها في ذلك العضلات الجناحية الجانبية التي تحرسها فيندفع الدم إلى الحجرة التي تتقدمها عن طريق الصمامين البطينيين (الذات يحرسان الفتحة التي بين الحجرة القلبية الخلفية والحجرة التي تقع أمامها).

٣- ولكي يمر الدم إلى الحجرة القلبية الثالثة فلا بد وأن تنقبض الحجرة الثانية ويتم إغلاق فتحتها الأذنين وفتحها البطينية الخلفية ويندفع إلى الأمام من الفتحة البطينية الأمامية لتلك الحجرة، وهكذا يظل الدم ينتقل من حجرة إلى أخرى حتى يصل إلى الأورطى أو الأبهري الظهري.

٤- ينسحب الدم من الأورطى في فراغ الجسم وعند مقم الرأس ليملأ جيوب الجسم وتخويفه المختلفة متحركاً بحركات الأعشية والأجهزة الداخلية، وتقوم العضلات الجناحية بنور هام في هذا الصدد وكذلك من الحجابيين الحاذرين العلوي والبطني. وتتأثر صرديات القلب بالعديد من العوامل: مثل العوامل البيئية المحيطة كالحرارة والرطوبة وكذلك تتأثر بعمر الحشرة ونوعها.

### ثالثاً : الإخراج وأعضاء الإخراج

#### Excretion & Excretory organs

يلعب الجهاز الإخراجي دوراً هاماً بالنسبة للحشرة ككائن حي، حيث تقوم تلك الفايك بإزالة من حمض اليوريك Uric acid وغيره من المحلقات النيتروجينية انضارة والتي تنتج عن تحلل المواد البروتينية، ويقوم أيضاً بالعمل على تثبيت كل من مستوى الأملاح والماء والضغط الاسموزي Osmotic pressure للسائل الدموي. ولكي تتم هذه العملية الإحيائية الهامة بنجاح لابد من توازن العوامل الداخلية للخلية مع العوامل المحيطة بالحشرة ككل.

ويتم الإخراج في الحشرات عن طريق الأعضاء التالية :

#### ١- أنابيبات مليجي Malpighian tubules

هي مجموعة من زوائد القناة الهضمية تقع عند بداية المسلك الشرجي، وتنتسب إلى مكتشفها العالم الإيطالي Malpighi الذي تمكن من اكتشافها عام ١٦٦٦ في حشرة دودة الحرير *Bombyx mori* وهي بيئات رقيقة الحذر ليس لها شكل ثابت فقد تكون طويلة أو قصيرة، مفردة أو متعددة، ذات أطراف مراحلة بحدود المعتقيد أو مائلة بحيث تسبح في السائل الدموي، هي ذات نهايات مغلقة. ففي حشرة *Nectrophorus* وهي حشرة غميمة أنجاسين تكون تلك الأنابيب طويلة ذات نهايات مخرقة تسبح في سائل الدموي. وقد تنتج من عدة خلية مستقلة في القناة الهضمية أو تسرك كز مجموعة منها في فتحة كيسية الشكل، أو يستخرج هذا الكيس مادة تسمى حالب أنكري Uretur يفتح في فراخ المستقيم الداخلي تسمى (٤٨).

يحتوي حذر الأنبيبات من نسيج طلائي بسيط سمك خلية واحدة تعتمد على شفاء قاعدي من الخارج يحيط به عدد من العضلات الطويلة والاندالية كما في حشرات رتبة غميمة الأحشاء. تكون هذا العضلات العضلي حلزوني أيضاً كما في حشرات مستقيمة الأجنحة كما قد تخرج حذر الأنبيبيات من عضلات تيم الألفي جزء طرفي منها كما في حشرات مثل من رتبة الحشرات الحشرات وحشرة الأجنحة. وفي تلك العضلات في تحريك الأنبيبيات خلال السائل الدموي كي يتسنى لها ملاصقة أكبر قدر منه وبالتالي يتم التخلص من المواد الضارة. وفي تلك الوقت فإن هذه الحركة تعمل على دفع السائل وتحريكه داخل فراخ الأنبيبيات ويوجد في فراخ الأنبيبيات روافد هامة وبخاصة في حشرات الدم، وهي عبارة عن حوائط بروتوبلازمية لحاليا حذر هذه الأنبيبيات.



مراحل العمل حيث يعادل تلك الزيادة العددية اتساع السطح المعرض للإخراج، وإذا كان الغالب في نهايتها أن ترى حرة في فراغ الجسم فقد شوهدت تلك النهايات مرتبطة بجدار المستقيم في نظام يعرف بنظام الكليات المرتبطة Cryptonephredial arrangements.

وتطراً على تلك الأنبيبات أثناء تبدل الحشرات تغيرات تختلف باختلاف تلك الحشرات، فقد يكون ذلك التعبير طفيفاً كما في النديب، وقد تكون بصورة واضحة فيتكسر الجزء المقيد بجدار المستقيم في حشرات حشرية الأجنحة وتلتهمه الخلايا اللعمية بينما يستطيل الجزء الباقي ويبعد الارتباط مرة ثانية بعد عملية الانسلاخ. أما في الحشرات الغشائية الأجنحة فتتضم تلك الأنبيبات أثناء تحلل الأنسجة على أن تتكون من جديد في الحشرات الياقة.

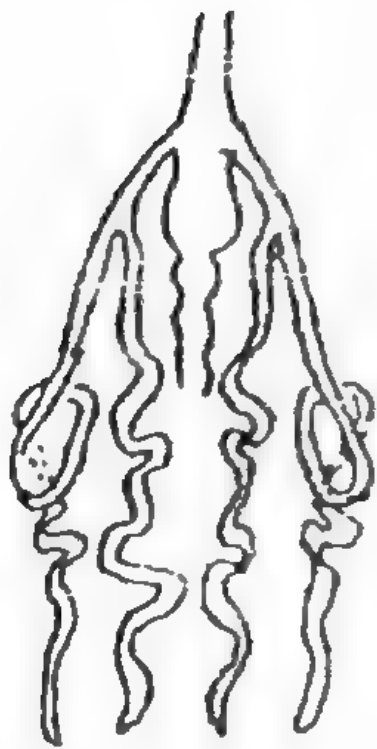
وقد لا يبدأ تكون تلك الأنبيبات إلا في طور العذراء كما في حشرات فصيلة Chalcidae.

### وظائف أنبيبات مليجي Functions of malpighian tubules :

١- يتم استخلاص حمض البوليك من السائل الدموي لجسم الحشرة عن طريق اتحاد هذا الحمض بأملح الصوديوم أو البوتاسيوم القاعدية حيث تتكون يورات الصوديوم أو البوتاسيوم التي تمتصها أنبيبات مليجي.

تتحول يورات الصوديوم أو البوتاسيوم داخل فراغ الأنبيبة إلى حمض بوليك وماء والملح القاعدي. حيث يتدفق حمض البوليك في صورته أو في صورة يوريا على أن يخرج عن طريق فتحة الشرج أما الماء فيمتص بواسطة حلقات المستقيم أو الأنبيبات وقد دابت فيه الأملاح القاعدية وتحولت إلى بيكربونات، حيث تعاد إلى الدم مرة ثانية لتعاد وقد تحملت بشحنة أخرى من حمض البوليك وهكذا شكل (٤٩).

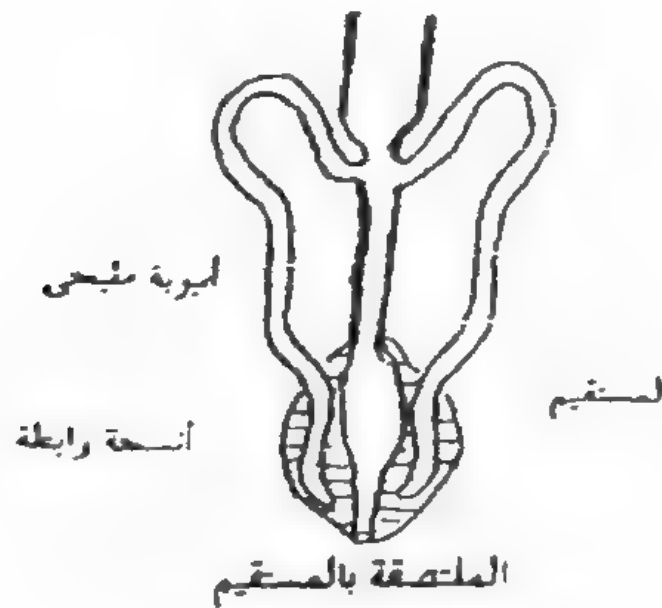
٢- تتحول تلك الأنبيبات لتقوم بوظائف أخرى غير الانسلاخ فتتمسك أطرافها في يرقانات أسد المن *Chrysopa Sp.* وتتفرغ أنوية خلاياها عقب وصولها العمر اليرقاني الثاني. كما تقوم تلك المناطق أيضاً بإفراز مادة حريزية تستخدم في صنع حذر (سرقنة) العذراء. وقبل ذلك تقوم تلك الأنبيبات بإنتاج مادة بروتينية تعمل على تدعيمها أثناء الحركة مع اعتبار هذه الأجزاء نهايات إخراجية في نفس الوقت. أما حمض البوليك فيجوز نسل في الخلايا اليورية Urate cells التي توجد في الجسم الدهني Fat body أما أنبيبات مليجي فتنتج مادة لاصقة لتغليف بيض خنافس فصيلة Chrysomellidae.



في ذبابه من جنس Caliphors



في دودة النسخ



شكل (٤٠) أنثيب منبجي

ومن جهة أخرى فهناك اختلاف شاسع بين مختلف أنواع الحشرات من حيث احتوائها على تلك الأنبيبات. فقد تغيب في بعض الحشرات مثل *Collembola* والمن *Aphids* وإذا وجدت فإنها تأخذ صوراً مختلفة، فقد تكون عبارة عن زوائد تشبه الحلمات *Papillae* كما في الذباب من جنس *Callophora* أو قد تظهر في شكل أنبيبي بسيط كما في معظم الحشرات، وكما تختلف في أشكالها فإنها تختلف في أعدادها فقد تكون زوجاً واحداً كما في الحشرات القشرية والبق الدقيقي *Coccidae* وقد تصل ٢٥٠ كما في الجراد من جنس *Schistocerca* كما قد تزداد أعدادها بتقديم

## ٢. الخلايا الكلية (الكلى) Nephrocytes

و قد يطلق على هذه الخلايا أيضاً خلايا حول الكلية، وهي أنواع من الخلايا التي لها دور في هذه مجاميع في أجزاء مختلفة من فروع جسم الحشرة، وإن كانت توجد في أعداد قليلة جداً. تقع على الحائط القلبي العلوي، تمنع تسرب العصارات الجسمية. وفي حوربات الرعي يوجد تلك الخلايا مبعثرة في الجسم الدهني وأما في حشرات فصل الحسد P فتكون عبارة عن مجاميع على حافتى المريء بالإضافة إلى وجود بعضها معاً في جسم الحشرة. وفي براديات رتبة الحشرات الدائرية لانسفان والتي تسبب الحشرات ذات Diptera فتوجد تلك الخلايا على شكل عقود أو سلسلة بين فرعى العدة اللعنية مكل. وتوجد أيضاً في كورس هذه الخلايا تقدماً تبعاً لمراحل نمو الجسم المختلفة. وتقوم هذه الخلايا بفرز وتحويل النفايات Waste materials إلى صورة أخرى يمكن التخلص منها بواسطة عملية أيض النعانية. ومن المعتقد أن هذه الخلايا ذات دور فعال في تمثيل البروتين والبروتين الدهني Lipoprotein هذا بالإضافة إلى الدور الفعال الذي تقوم به في تنقية الدم من بعض المواد العنينة كما نجد تعمل على تنظيم ضربات القلب Heart beats.

## ٣. الإخراج عن طريق القناة الهضمية Excretoty by the gut

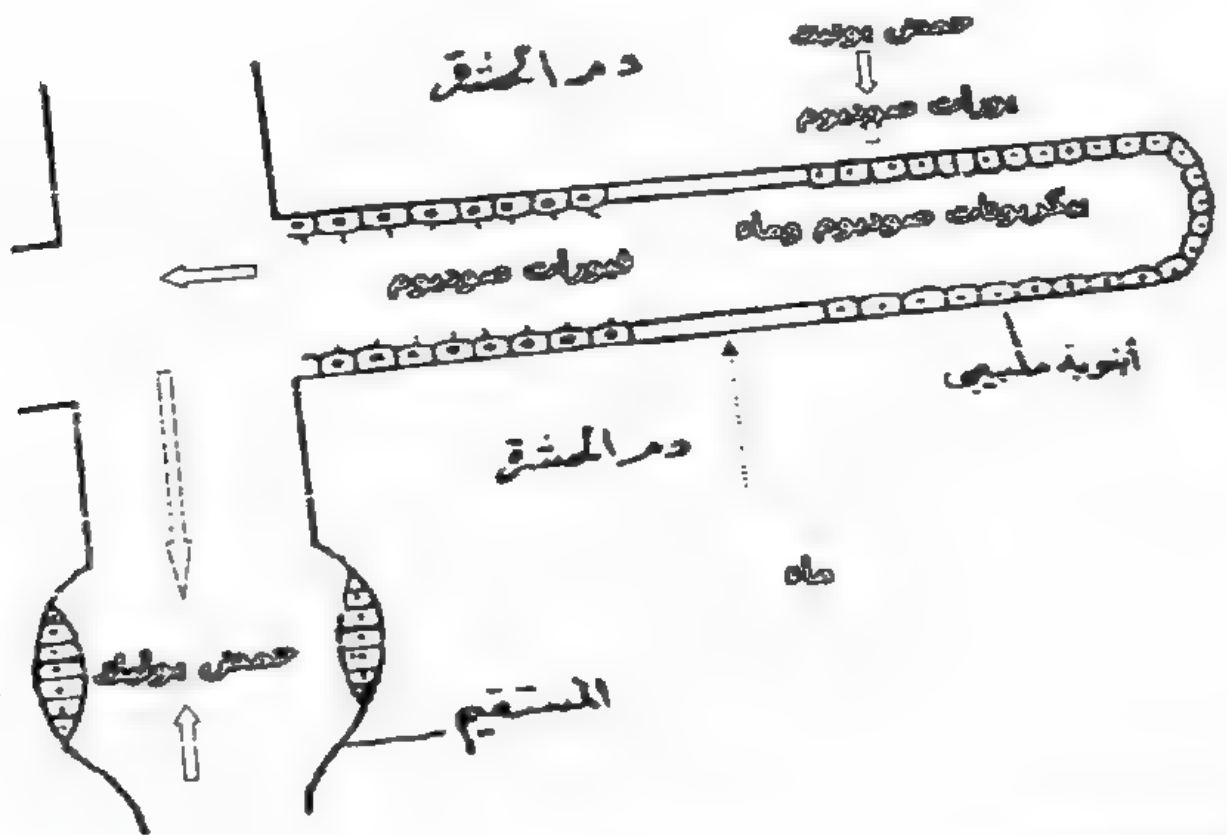
يتم الإخراج في بعض الحشرات عن طريق القناة الهضمية، فيوجد حمض اليوريك Unc acid في المعى الأوسط Mid-gut ليرقات الحشرات الغشائية الأجنحة حيث يأخذ طريقه إلى خارج الجسم عبر المسلك الشرجي. وبالرغم من وجود هذه الحالة في يرقات كثير من الحشرات الحشرية الأجنحة فقد يرجع ذلك إلى تشعب أنيبيبات ملبيجي باليورينا Urine أما في الصرصور الأمريكى فقد لوحظ خلط أنيبيبات ملبيجي من حمض اليوريك، بينما وجدت حبيبات هذا الحمض في حمار الجزء الخلفى من المسلك الشرجي بالإضافة إلى وجودها في محتويات هذا الجزء، الأمر الذى يدعونا إلى القول بأن القناة الهضمية تلعب دوراً هاماً في الإخراج.



٣- تقوم تلك الأنبيات بإفراز مادة لعابية تلزم لحياة يرقات حشرات *Cercopids* التابعة لرسة الحشرات المتساهلة الأحنه عن طريق خلايا كثيرة في الأجزاء القاعدية المتسعة لأنبيات منبجي.

٤- تقوم أنبيات منبجي بإفراز مواد لزجة إبان عملية الانسلاخ تساعد على إتمام تلك العملية.

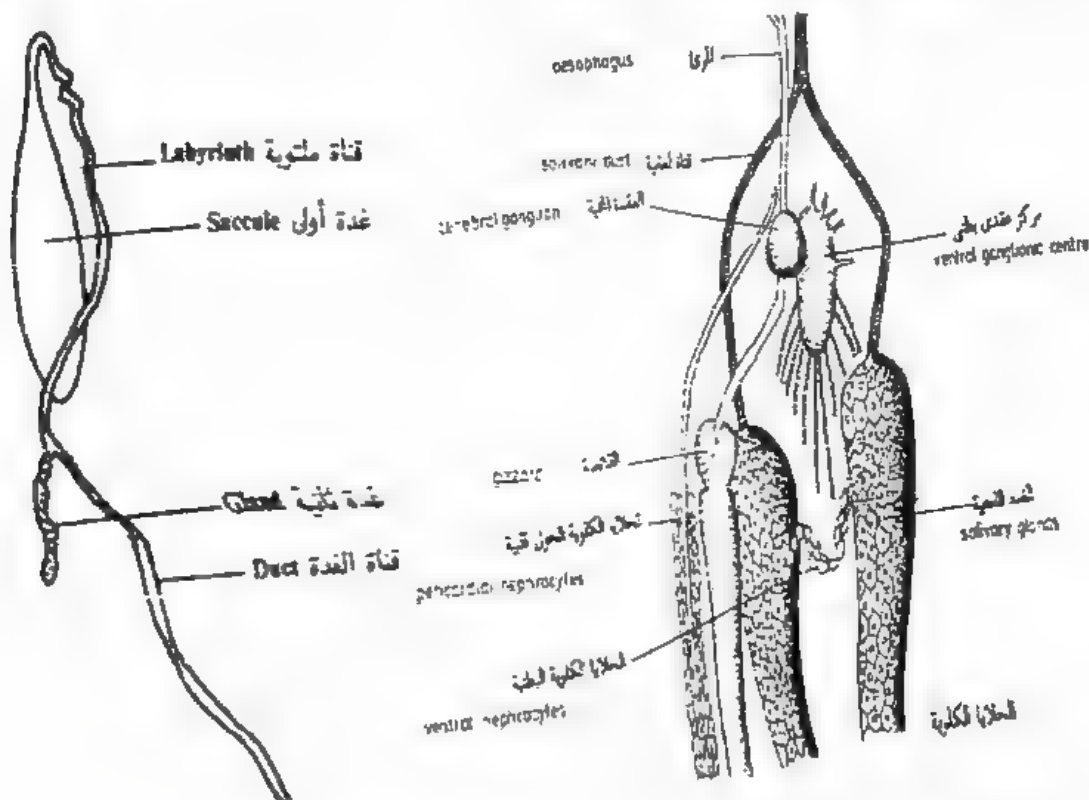
٥- قد تتضخم نهاياتها الطرفية لتكون أعضاء مضيئة *Luminous organs* كما في يرقات نذب *Poltopila luminosa*.



شكل (٤٩) طريقة إخراج المواد الأوزونية السائلة بواسطة أنبوبة منبجي. يسترجع الماء الحشرة عن طريق قاعدة (خط غير منقطع) أو عن طريق المستقيم (خط منقطع). الأسهم إلى الدورة المائية التي يتم بواسطتها عملية الإخراج.

4- أعضاء الإخراج الأخرى Other excretory organs

فد يتم إخراج حمض اليوريك Uric acid (شكل ٥٠ ب) عن طريق عدد خاصة كما في كما في بعض الحشرات الأولية Collembola نظراً لغياب أنابيبات ملبيجي حيث يتم الإخراج عن طريق عدد تسمى العدد الشعوية، تفتح قنواتها عند قاعدة الشفة السفلى ولذلك يطلق عليها Labialglands شكل (ب) أما في الصرصور الأثمني *Blatella germanica* فيخزن حمض البوليك في مواضع معينة من الغدد الجنسية الإضافية، ويمكن بها فترة مؤقتة ثم يمر عبر المستودع المنوي Spermatophore أثناء عملية التزاوج.

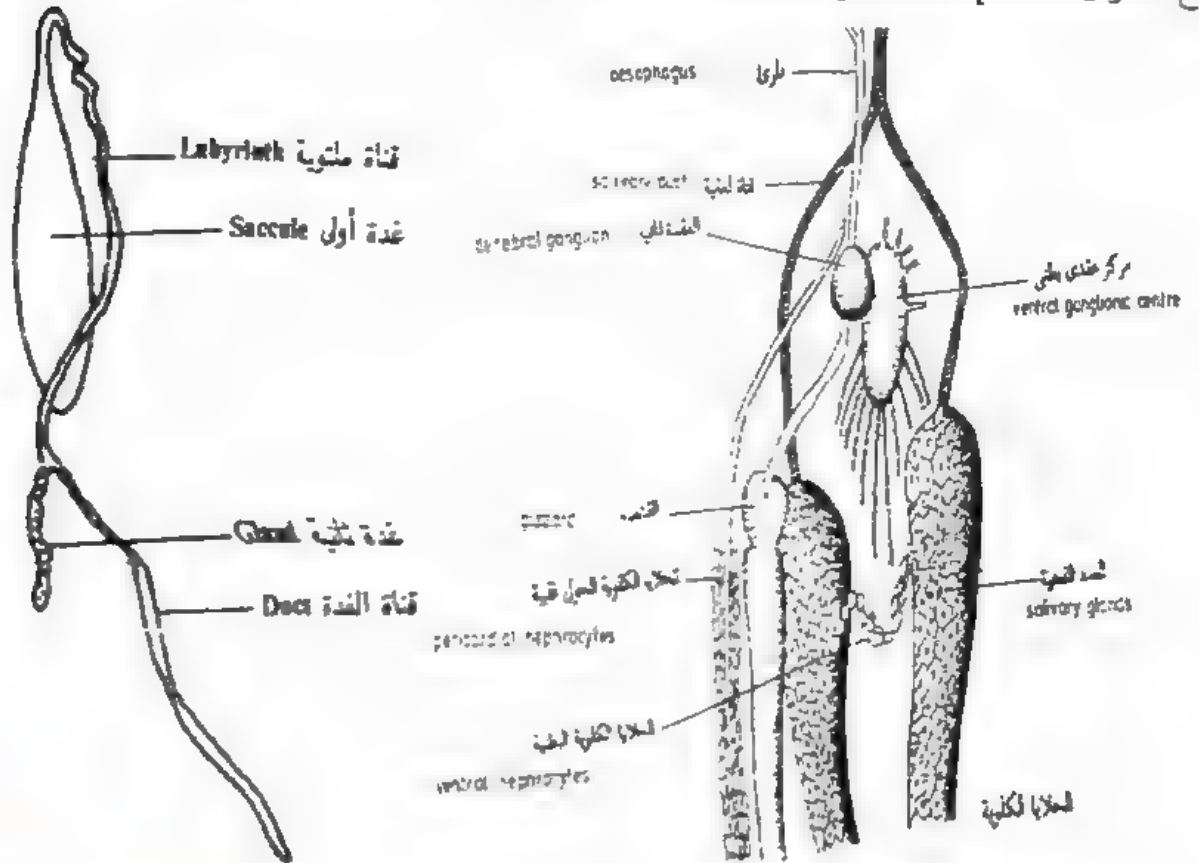


الإخراج عن طريق الخلايا الكلوية      الإخراج عن طريق الغدد الشفوية

شكل (٥٠) يوضح بعض نماذج الإخراج في الحشرات

## ٤- أعضاء الإخراج الأخرى Other excretory organs

قد يتم إخراج حمض اليوريك Uric acid (شكل ٥٠ دب) عن طريق عدد خاصة كما في  
كما في بعض الحشرات الأولية Collembola نظراً لغياب أنابيبات مليمي حيث يتم الإخراج عن  
طريق عدد تسمى العدد التسفوية، تفتح قنواتها عند قاعدة الشفة السفلى ولذلك يطلق عليها  
Labialgland شكل (ب) أما في الصرصور الأثمتي *Blattella germanica* فيخزن حمض  
بوليك في مواضع معينة من العدد الجنسية الإضافية، ويمكن بها فترة مؤقتة ثم يمر عبر  
مستودع المنوى Spermatophore أثناء عملية التزاوج.



الإخراج عن طريق الغدة التسفوية

الإخراج عن طريق الخلايا الكلوية

شكل (٥٠) يوضح بعض نماذج الإخراج في الحشرات



## ٢- التخزين في طبقة البشرة :

وفي هذه الحالة يكون الغرض من التخزين احد الصور التالية:

- التحرير المستيم لتلك المواد أو التخزين المؤقت فمن الحالة الاولى ما لوحظ من ان يرقات حشرات حرشفية الاجنحة تحزن حمض البوليك في طبقة البشرة، ومن الحالة الثانية ما لوحظ ان حشرة *Rhodnius* تحزن هذا الحمض في طبقة البشرة اثناء الانسلاخ حيث تتخلص منه ريثما تتم عملية الانسلاخ.

ب- المساهمة في تلوين الحشرة : يساهم تخزين الحمض في طبقة البشرة على تلوين الحشرات *Dysdercus* ، ولعل السبب في انتشار العلامات البيضاء على سطح الجسم بتقديم هذه الحشرة في العمر يرجع الى تراكم بلورات حمض البوليك بتلك الطبقة.

وبالمثل فان حشرات اباء الدقيق من جنس *Pieris* تكتسب الوانها من ترسيب حمض البوليك في انحرشيف والبقع الملونة لاجنحتها. ومن باقة القول ان نذكر ان جليد الانسلاخ العذاري يحتوى على ٨٠% من بتورات حمض البوليك في حشرة ابي دقيق ، اى ان الحشرة تتخلص من هذا المقدار بندها هذا الحليد . وفي هذا دليل على ان عملية الانسلاخ تعتبر نوعاً من اخراج النخرينى.

ج- تقوم يرقات حشرات حرشفية الاجنحة بتحرير المعادن الثقيلة مثل الكبريت في الخلايا القذعية *Goblet cells* التى توجد فى المعى الاوسط *Midgut*.

### الإخراج التخزيني (Storage excretion) :-

ونطلق هذه الظاهرة على ما لوحظ من ان بعض الحشرات تحتفظ أجسامها ببعض النفايات في صورة غير صارة Harmless بدلاً من نبذها خارج أجسامها مع البول ، ويحدث ذلك كنوع من تفيد اصرار تلك المواد اذ لا سبيل الى التخلص منها ، فقد غابت أنبيبات مليجي تماماً من اجسام تلك الحشرات ، أو قديمت ذلك حتى في وجودها اما لكونها غير عاملة أو عاملة على حد سواء. وذلك كاحتفاظ الجسم ببعض بلورات حمض اليوليك في مناطق معينة منه ، ويقوم بوظيفة التخزين هذه نوع متخصص من الخلايا يطلق عليه الخلايا اليورية Urate cells التي تنتشر في مواضع معينة من الجسم وقد يتم التخزين باحدى الطرق التالية:

#### ١- التخزين في الجسم الدهني:

وفي هذه الحالة توجد الخلايا اليورية مبعثرة بين خلايا الجسم الدهني المغنية Trophocytes نكث من الحشرات النافرة بالنسب وذلك نظراً لغياب انبيبات مليجي منها والصرصور الشرقي من جنس Blatta ويرقات Apocrita التابعة للحشرات غشائية الاجنحة حيث توجد انبيبات مليجي ولكنها بصورة خاملة وفي هذه الحالة تتراكم بلورات الحمض بهذه الخلايا.

اما يرقات حشرات حرسية الاجنحة والتي توجد في حشرات النافعة انبيبات مليجي بصورة عاملة، فقد لوحظ تراكم حمض اليوليك بين خلايا الجسم الدهني خلال الاعداد اليرقية، اما في مرحلة الطور العذري فيمر الحامض خلال تلك الانبيبات حيث يعتبر ذلك اول اخراج حقيقي لها حيث يخرج حمض اليوليك في صورة Meconium ومن المحتمل ان الخلايا اليورية لا تقوم بتخزين هذه النواتج التي تعتبر منتجات نهائية لعمليات التمثيل داخل الخلايا نفسها وليس هناك دليل على ان هذه الخلايا تقوم بتخزين اية مواد تنتج خلال اجزاء الجسم الاخرى . ومن المحتمل تخزين حمض اليوليك في هذه الصورة يعتبر مخزناً للتيتروجين بغية استخدامه في انتاج انسجة جديدة.

التماس اندموى وربما كان لنفس الحشرات بهذه الصورة المتعددة دور فى انتشارها فى جميع  
الوسائط البيئية.

### تركيب الجهاز القصى : Structure of tracheal system

يتكون الجهاز التنفسى فى الحشرات شكل (٥١) من المكونات الآتية:

#### **أولاً : الثغور التنفسية The Spiracles :**

وهى عبارة عن الفتحات الخارجية للقصبات الهوائية وتوجد على جانبي حلقات الجسم فى صورة أزواج على كل من الغشائين الجانبيين (البثورا) فيما عدا حشرات Japyx من رتبة ذات الحناحين فإنها تحمل زوجين من تلك الثغور على صدرها الثالث.

#### **تركيب الثغر التنفسى Structure of spiracle :**

يتكون الثغر التنفسى فى أبسط صورة شكل (٥١) كالحشرات عديدة الأجنحة Apterygota من فتحة خارجية يحيط بها صفيحة دائرية هى صفيحة الثغر Peritreme وتؤدي تلك الفتحة إلى جرة، متسع يطلق عليه غرفة الثغر أو الدهليز Atrium ويطلق على كل من الفتحة والدهليز مجتمعين اسم الثغر التنفسى، وقد يبطن الثغر إما بأشواك أو شعيرات من شأنها تنقية الهواء الداخل من الأتربة أما فى حشرات كل من رتبة ذات الحناحين وغمدية الأجنحة فيحرس الثغر بواسطة صفيحة مثقبة يطلق عليها Sieve plate تحتوى عدداً من الثقوب الدقيقة التى تعمل أيضاً على تنقية الهواء من الأتربة وتمنع دخول الماء فى الحشرات المائية. ويتم التحكم فى فتح وإغلاق الثغور جهاز يطلق عليه Closing apparatus ويأخذ أشكالاً مختلفة.

كما قد يكون الثغر محافظاً بزوج من الصمامات انتبه دائرية القابلة للحركة ويتحكم فى فتحه وإغلاقه عضلة واحدة كما فى الزوج الثانى من الثغور التنفسية للنطاطات والذى يقع على الغشاء بين الصدر الأوسط والصدر الأخير ويطلق على هذا الثغر النوع وحيد العضلة One muscle type وهناك النوع ثنائى العضلات Two muscle type ويمثله الثغر الأونى لحشرات رتبة مستقيمة الأجنحة ويوجد بين الصدر الأول والصدر الأوسط ويوجد لهذا الثغر فترتان وعضلتان إحداهما لفتح الثغر وثانيهما لإغلاقه، وكما يحيط بالثغر صمامان أحدهما ثابت والآخر قابل للحركة

ويختلف عدد وتركيب الثغور التنفسية اختلافاً بيناً من نوع من الحشرات لنوع آخر. وإذا ما  
انسيا الحشرات القادرة بالذنب فإن أعلى رقم تم التعرف عليه من الثغور هو عشرة أزواج من  
الثغور أساساً على الصدر الأوسط والصدر الأخير وثمانية على الثماني حلقات البطنية الأولى،



## رابعاً : الجهاز التنفسي

### Respiratory system

لا بد للحشرة من الحصول على الطاقة اللازمة لقيامها بوظائفها الحيوية كالتغذية والنمو والإخراج والتناسل والحركة في ذلك شأنها شأن بقية الحيوانات. ويتم الحصول على تلك الطاقة من أكسدة المواد الغذائية، وتلك عملية حيوية أخرى يلعب فيها غاز الأكسجين دوراً هاماً عن طريق ما تحتويه المادة الغذائية من الكربون والهيدروجين لينتج الماء وثاني أكسيد الكربون، وهذه العملية تلك العملية تنطلق الطاقة اللازمة لتوزيع على مختلف أنسجة الجسم، ويطلق على هذه العملية الحيوية التنفس Respiration وتتم هذه العملية على ثلاث مراحل :

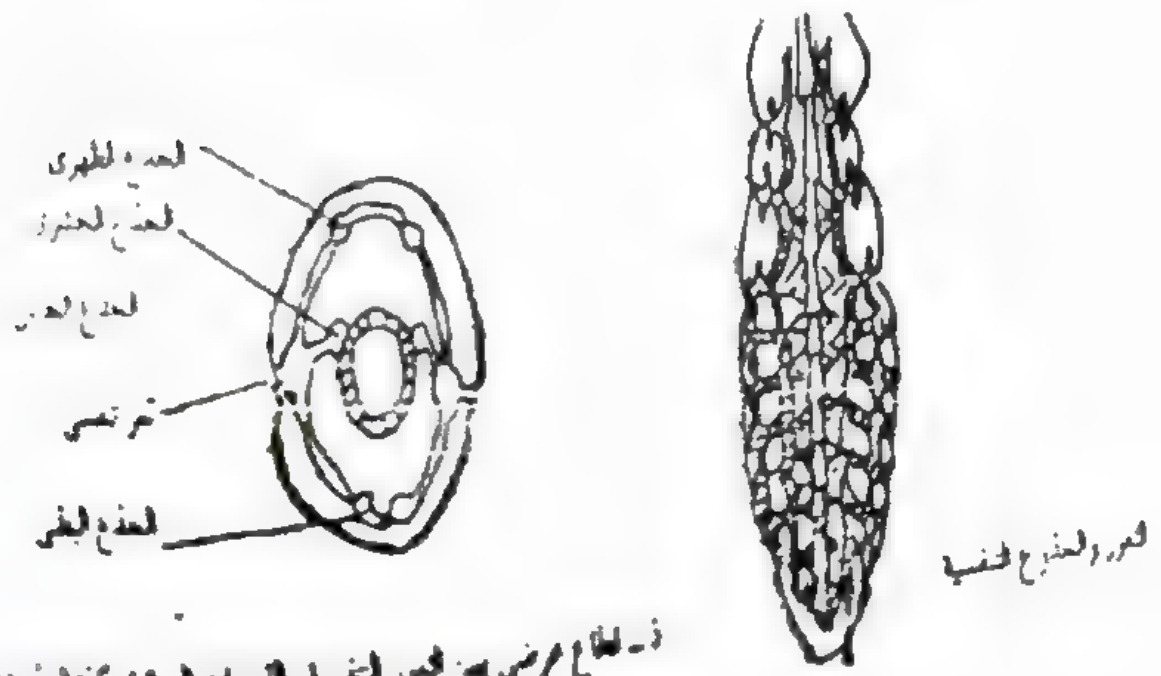
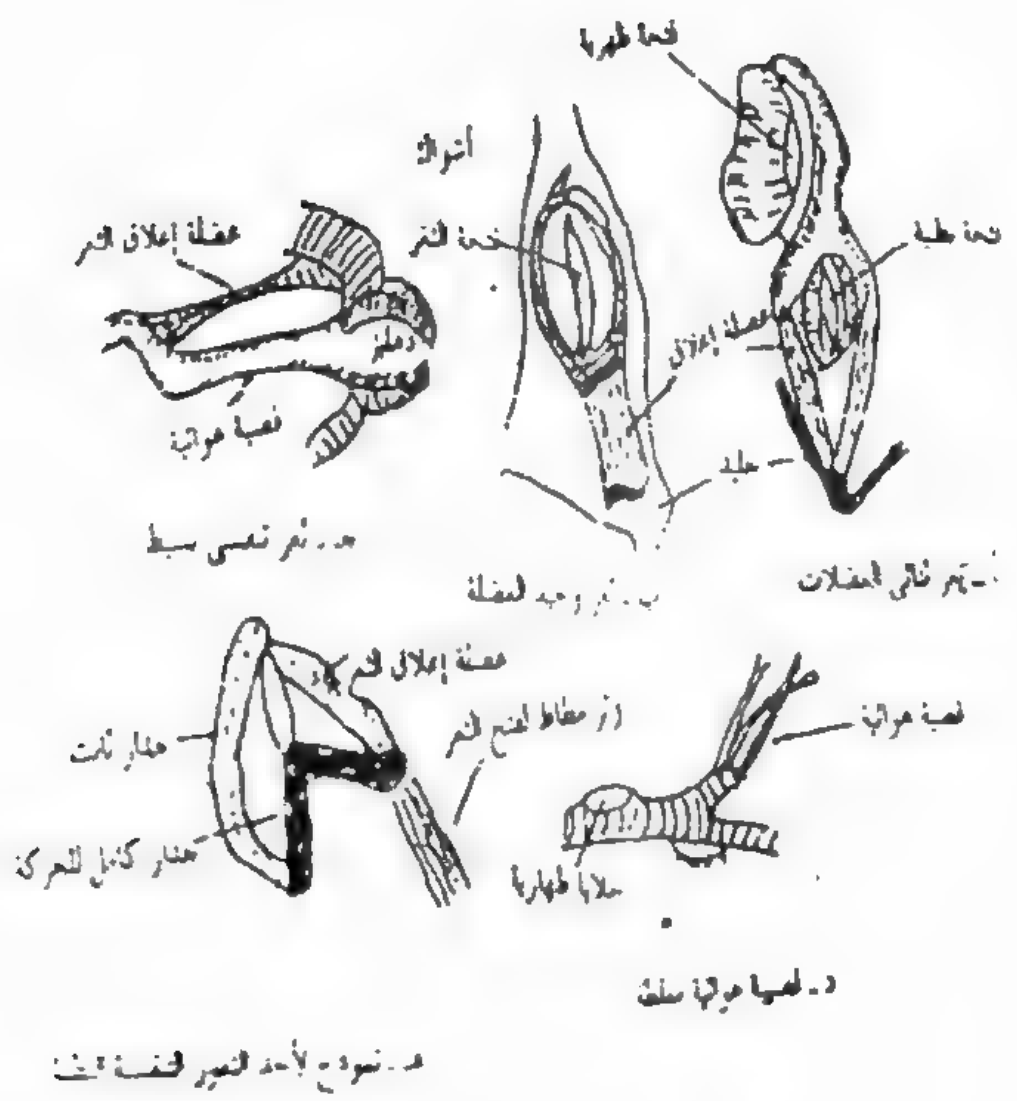
١- تبادل الغاز بين الوسط الخارجي وبين سطح الجسم أو بين الوسط الخارجي وبين أسطح أعضاء التنفس وهو ما يطلق عليه :

Exchange of gases at the surface of the body or by surface of the respiratory organs.

٢- انتقال غازات التنفس خلال أجزاء الجسم المختلفة بواسطة الانتشار العكسي Diffusion.

٣- تبادل غازات التنفس داخل أنسجة الجسم المختلفة.

وإذا كان من المقرر أن بعض الحيوانات تنفس عن طريق جلدها، وبعضها يتنفس بواسطة الخياشيم، وفريق آخر يتنفس عن طريق الرئات فلا تدهش عندما تعلم أن الحشرات قد يتم فيها التنفس بهذه الوسائل جميعاً بالإضافة إلى نوع آخر من الأجهزة التنفسية وغرق سواها، ألا وهو التنفس عن طريق مجموعة من القصبات والقصبينات التي تفتح على جنبى حركات الجسم بفتحات يطلق عليها الثغور التنفسية التي توصل الهواء الجوي إلى تلك الأنابيب التي تستند بدورها حتى يطاق عليها الثغور التنفسية التي توصل الهواء الجوي إلى مكان عمله تستنشق كل منها في مجموعة من خلايا أنسجة الجسم وبذلك يصل الهواء الجوي إلى مكان عمله مباشرة داخل الجسم. ويخرج ثاني أكسيد الكربون الناتج عن عملية الأكسدة عن طريق الفتحات التنفسية أو عن طريق جدار الجسم أو عن طريقهما معاً علماً بأن "فقر الدم" الذي يخرج عن طريق جدار الجسم يقدر بنحو ربع كمية ثاني أكسيد الكربون والذي يقوم بنوصيله إنما هو السائل الدموي. ومن هنا يتضح أن السائل الدموي لا يقوم بنقل غاز الأكسجين إلى الأنسجة كما هو الحال في الفقاريات، اللهم إلا تلك الحالات التي لا يتيسر فيها اتصال نهايات القصبيات الحيوانية مهما دقت إلى بعض خلايا الجسم، وفي مثل هذه الحالة يتم انتشار غاز الأكسجين في



د- لقاح عرضي من نمر تنفس القنطرة والقنطرة الهوائية وكذا القنطرة

وقد يقل عدد الثغور عن هذا قليلاً أو كثيراً كما قد يعدم أصلاً وعليه فإنه يمكننا تقسيم الحشرات طبقاً لعدد الثغور العاملة إلى ما يلي .

### ١- الحشرات ذات جهاز تنفسي كامل الثغور (مفتوح) Holopneustic or opened

: system

ويحوى هذا النوع عشرة أزواج من الثغور التنفسية العاملة. زوجان صدريان أحدهما بين الصدر الأول والصدور الأوسط وثانيهما بين الصدر الأوسط والصدر الخلفي وهناك ثمانية أزواج من الثغور التي توجد على حلقات البطن الثمانية الأولى كما في حشرات الصراصير.

### ٢- حشرات ذات جهاز تنفسي ناقص Hemipneustic :

وهو الجهاز الشائع في كثير من الحشرات، وهو يعنى أن تلك الأنواع لها عدد من الثغور التنفسية أقل من النوع السابق ذكره وله عدة صور :

أ- Peripneustic : حشرات بنقصها زوج الثغور التنفسية الذى يقع بين الصدر الأوسط والصدر الخلفي أى يوجد به تسعة أزواج من الثغور التنفسية العاملة ومثلها حشرات دودة ورق القطن.

ب- النموذج الطرفى Amphipneustic : وهى حشرات لا يعمل بها إلا ثغرا الصدر الأوسط وثغرا الحلقة البطنية لثامنة كما فى يرقات الذبابة المنزلية.

ج- النموذج الأمامى Propneustic : وهى حشرات لا يعمل بها إلا الزوج الأمامى من الثغور التنفسية.

د- النموذج الخلفى Metapneustic حشرات ذات جهاز تنفسي لا يعمل به إلا زوج الثغور التنفسية البطنية الخلفي كما هو الحال فى يرقات البعوض.

### ٣- حشرات لا توجد لها ثغور تنفسية (جهاز مغلق) Apneustic or closed system :

وفى هذه الحالة تكون جميع الثغور التنفسية خاملة وحينئذ يتم التنفس عن طريق جدار الجسم أو عن طريق الخياشيم وأكثر ما يكون هذا النوع فى الحشرات المائية وحشرات الطفيليات الداخلية.

وقد يكون هناك حصص في عمل التعور التنفسية تسعى أن تعصها سخنة في عمله التبريد والتعص الآخر يقوم بعملية التبريد في حشرات الحراد بخصص كل من أن ح الحشرات والروح النطى الامامى من الثغور التنفسية للقيام بعملية التبريد بما خوم بفعه التعور التنفسية بعينه التبريد ولكن التبريد في الحشرات ان تقوم التعور التنفسية جميعاً بين العملين مع انى التبريد، فعملية التبريد يتبعها تبريد وهكذا.

### أهم الوظائف الأخرى للجهاز التنفسي : Other function of the tracheal system

لجهاز التنفسي الذى سبق وصفه فوائد أخرى بالثسبة لتحشرات غير الوظيفة الأساسية وهى التنفس ونذكر منها على سبيل المثال لا الحصر ما يلى :

١- يعمل الجهاز التنفسي ككل وبالأخص الأكياس الهوائية على خفض الوزن النوعى لتحشرات فتتمكن من الطيران فى الفضاء.

٢- يساعد الحشرات المائية على إتمام عملية العوم أو الضفر كما فى حشرات حشر Dytescus.

٣- يسمح وجود الأكياس الهوائية بنمو أعضاء الجسم الداخلية بنور غير منحصر على سطح الجسم. ولذا فإن نرى أن الجهاز القصى فى حشرات الطاط من حشر قاط L. ٤٢% من فراغ الجسم فى بداية أى عمر يرقنى. بينما حشرها فى نهاية عمر حشر لاسل إلا ٣.٨% نظراً لانصفاط الأكياس الهوائية نتيجة لنمو الأعضاء الداخلية الأخرى.

٤- تعمل القصبيات الهوائية فى بعض الفراشات اللبية الذبابة لرب الحشرات الحشر الأجنحة كحشر عاكس أسفل العين ويربط العضو الطبلى Tympanal organ حشر بكي هوائى حتى يسمح له بعملية الرنين.

٥- يعمل الجهاز القصى كسج صم يربط الأعضاء الداخلية ببعضها. وهذه وظيفة فى درجة كبيرة من الأهمية.

ولما كان حديثنا السابق منصفا على التفرع فى الحشرات الهوائية فما نود أن نعرض لتشرح موضوع التنفس فى كل من الحشرات المائية والحشرات لقطعة داخلية.



### Distribution of the tracheal system: توزيع الجهاز القصبي

يتخذ نظام توزيع أو توزيع القصبات الهوائية عدة صور كمايلي :

- ١- التفرع المستقر . وفيه تؤدي كل فتحة تنفسية الى قصبة هوائية صغيرة تتفرع الى فروع أصغر . حب كل حلقة من حلقات الجسم ولكنها تظل مستقلة ولا ترتبط بغيرها من القصبات السابقة او اللاحقة كما هو الحال في الحشرات عديمة الاجنحة.
- ٢- التفرع المرتبط : قد تتفرع القصبة التنفسية الى فرعين يتجه احدهما الى الامام حيث يرتبط بالفرع الحلقى للحلقة السابقة ويتجه الفرع الاخر الى الخلف حيث يرتبط بالفرع الامامي من الحلقة اللاحقة ليتكون جذع قصبي طولي جانبي على كل من جهتي الجسم ويطلق عليه Longitudinal tracheal trunk وقد يوجد جذعان طوليان اخران احدهما ظهري والاخر بطني يمتدان على كل من جانبي القلب من اعلى والحبل العصبي من اسفل ويرتبط كل من الجذعين الطويلين الجانبيين بروابط أو موصلات مستعرضة (شكل ٣٨ و- Transverse commissures).

### ميكانيكية التنفس : Mechanism of Respiration

سبق لنا أن عرفنا أن الهواء الجوي يدخل جسم الحشرة عن طريق الثغور التنفسية، ولا يتم ذلك الأمر بمحض الصدفة بل أن هناك تحكم عصبي يحكم إيقاع هذه الحركات عن طريق الجهاز العصبي المركزي Central nervous system فيتنبه جهاز فتح وعلق الثغر عند انخفاض نسبة الأكسجين بالجسم أو عند ارتفاع نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون Carbon dioxide به فإذا ما فتح الثغر التنفسي اندفع الهواء الجوي داخلا حيث يتم توزيعه بالاستسار كما سبق ذكره وتسمى هذه الحركة حركة تمدد Expanding والهواء الداخل يسمى الشهيق Inspiration وعند إتمام عملية تبادل الغازات يرتفع تركيز ثاني أكسيد الكربون بالجسم فتحدث حركة تقلص Collapsing التي إثرها يندفع غاز ثاني أكسيد الكربون خارج الجسم ويطلق على هذا الغاز غاز الرفير Expiration وقد تتم هذه الميكانيكية بواسطة كل من العضلات الظهرية الجانبية أو البطنية حسبية لحلقات الجسم التي تستتبع حركة تقلص أو انبساط حلقات الجسم.

وقد تفي عملية الاستسار الغازي هذه باحتياجات بعض الحشرات وبخاصة أثناء فترة الراحة في الحشرات ذات النشاط العالي فإنها تحتاج إلى كمية كبيرة من الهواء الجوي تندفع داخل جسمها ومن هنا تظهر فائدة الأكياس الهوائية التي تساعد على عملية تهوية أجسام تلك الحشرات . Ventilation

## ثانياً : القصبات Trachea :

انفصبات الهوائية فى تلك الأنايب الكبيرة التى بلى النعور التنفسية والتى يبدأ بالجهاز التنفسى، ويصل قطر كل منها نحو ٢ ميكرون وهى انسلجات داخلية لجدار الحنك وهى تتكون من نفس طبقات جدار الجسم، وتبطن القصبة ببطانة جليدية داخلية تدعى Intima وتمتد على صورة حلزون أو فى حلقات مستقلة ويطلق على كل حلقة منها Tanidium وتتكون هذه البنية من طبقة قاعدية من أنجلد ثم طبقة داخلية من البروتين، والكيتين ومن المحتمل أن يكسب سطحها الداخلي طبقة من الشمع وتنتشر تلك البطانة بمحارة محور القصبة الطولى وفائدة هذه البنية هو تدعيم هيكل القصبات الهوائية كى تظل مفتوحة عند انخفاض الضغط بداخلها وإيضاً تقبها من الضغط الخارجى المرتفع.

## ٣. الأكياس الهوائية Air sacs :

تتبع القصبات الهوائية لكثير من الحشرات فى بعض المواضع لتكون أكياساً هوائية رقيقة الجدر، حيث تغيب منها البطانة الجليدية Intima أو توجد بصورة أثرية وهذه الأكياس تعمل كمخازن للهواء أو أن تلك قسماً من رئات مصعرة. وتقوم تلك الأكياس بدور هام فى تهوية Ventilation جهاز التنفس تنحصرات البنية مثل التحل Apis حيث تنقبض إذا ما وقع عليها ضغط هذا بالإضافة إلى فوائده الأخرى، وتنتشر تلك الأكياس على طول الجنوح لقصبة الرئيسية لكثير من الحشرات.

## ٤. القصبيات الهوائية Tracheoles :

وهى عبارة عن أنابيب دقيقة من القصبات الهوائية، يصغر قطرها عن الميكرون وتوجد كتفرعات للقصبة الهوائية فى مواضع مختلفة على طولها وخاصة فى أطرافها وتميز القصبيات بواسطة بطانتها التى تتكون من حيد Ridge جليدى لا تتخلله مادة البروتين الكيتينى ولا يوجد بها تلك الدعائم الحزونية التى لا توجد بالقصبات الهوائية وأيضاً فإن هذه البطانة القصبية لا تتسلخ كما هو الحال فى البطانة القصبية. تستند نهاية القصبية وتكون بسمك خلية واحدة يطلق عليها الذنب القصبى Tracheoblast تنتهى القصبية فى خلايا تنفسية يتم عندها التنفس أى تبادل الغازات كما تحتوى تلك النهايات على سائل يسمى السائل القصبى Tracheat fluid ويلاحظ أن نهاية القصبة إذا تخللت خلية ما فيطلق عليها قصبيات داخل لخلايا Intracellular tracheoles وإذا انتهت بين مجموعة من الخلايا فيطلق عليها قصبيات بين الخلايا Intereellular tracheoles.

## أولاً : تنفس الحشرات المائية

### Respiration of aquatic insects

يحصل الحشرات المائية على أحياتها من الأكسجين إما منتشرة من الهواء الحوى أو من الأكسجين الذائب في الماء وذلك طبقاً لما يلي :

#### أ- تنفس الهواء الجوى :

تحصل العالنية العظمى من الحشرات المائية على أحياتها من الأكسجين من الهواء ولها في ذلك عن طريق:

١- تصعد الحشرة إلى سطح الماء على فترات دورية حيث تروى نفسها بحديثها من الأكسجين ثم تعود وقد يتم ذلك بواسطة الفتحات التي تفتح في نهاية الجسم حيث تصعد إلى سطح الماء وتدفع بنهاية بطنها إلى الخارج تنزوي - الأكسجين كما في عذاري الحنافس المائية.

٢- قد تزود الحشرة بأبواب أو سيفون Siphons فتوجد تلك السيفون على الحلقة الصدرية الثامنة يرفقات السعوس. أما عذاري السعوس فتوجد فتحات هي عبارة عن يربس القصبات الهوائية في مقدم الزا من الصدر.

وأما يرفقات ذنب الغار من جنس Eristalis أو يرفقة الذبابة النواردة وهي من حشرات ذات الجناحين فتعيش في المياه الأسنة التي لا يوجد بها إلا القليل من الأكسجين وذلك يرب من أن يفسر الأكسجين عن طريق ذنبها، وهو عذرة عن عضو ينحس بداخل ك حذ المرقب (السكوب) له الفتحة على الأكسجين والاستطسع لعروق الماء وعذرة من هذا النيل سنة أمال طول جسم يرفقه شكل (٥٢)

٣- تستطيع بعض الحشرات من جنس الماء الكبيرة Dyticus أن تحفر كسمة من نهد ، الحوى أسفل أحياتها وقرية من تعورها للتنفس لتستفيد منها من التنفس

٤- لبعض الحشرات المائية الفتحة على نفخ سيفون حصة نهية جسمها - أحد لحلاب انتر شيمية لهوائية لتتدفق المائية ويمثلها يرفقات حشرة Donacia من رتبة عذبة الإحثة

## ب- تنفس الهواء المذاب في الماء :

وإذا لم تستطع الحشرات المائية الحصول على الأكسجين من الهواء الجوى بإحدى الطرق  
فما عليها إلا أن تستخلص أكسجين الماء بطريقة أو بأخرى كما يلي :

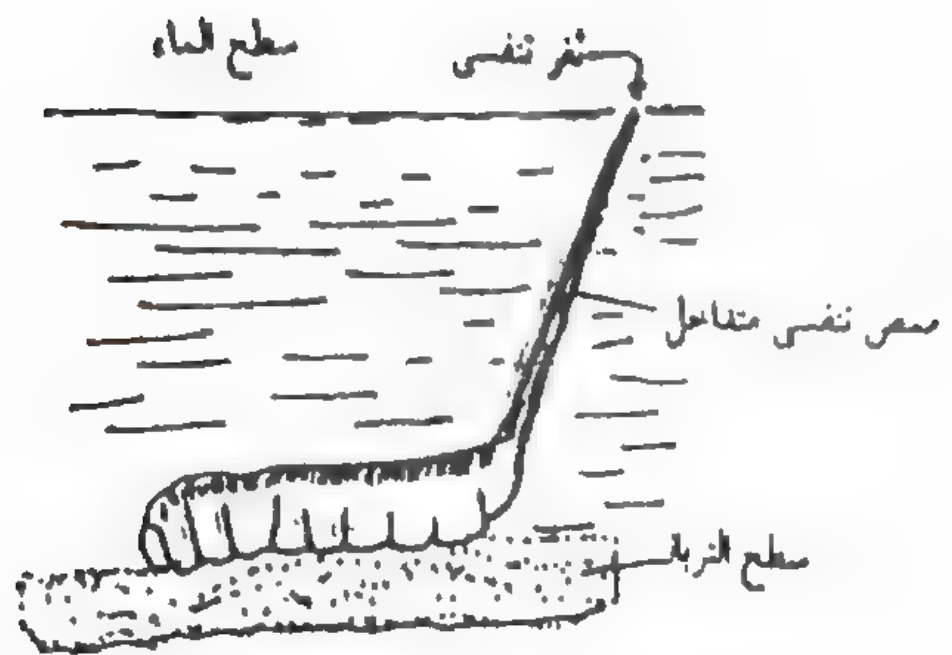
1- التنفس خلال سطح الجسم : ينتشر الأكسجين الذائب في الماء خلال أحسام بعض  
الحشرات المائية لينقل إلى شبكة القصبات الداخلية ففي دودة الدم وهي يرقانة هموش  
حمراء اللون تعيش في النبرك ومستنقعات الماء يتم التنفس فيها بهذه الطريقة وعادة يكون  
الجهاز التنفسي في هذه الحالة من النوع المعلق أى أن الثغور التنفسية خاملة.

2- التنفس بالخياشيم . وهي سموات رقيقة من سطح الجسم أما أن تكون خارجية كما في  
يرقانة ذبابة مايو حيث توجد على كل من جانبي حلقات البطن السبع الأولى أو تكون  
خارجة طرفه Caudal gills كما في حوريات الرعاش الصغير Zygoptera حيث  
توجد ثلاثة خياشيم من هذا النوع . وأما أن تكون داخلية كما في حوريات الرعاش الكبير  
حيث تتركز تلك الخياشيم داخل تجويف المستقيم لتكون ما يعرف بالسلسلة الحشوية  
المستقيمة Rectal branchial basket وتزود تلك الخياشيم بقصات هوائية سمى  
فروعها من الحدغ القصوى والقصوى والحدغ الصغرى . ويحصل الماء عن طريق هذه  
الشرح ثم يمتص بها الماء ثم ينقل إلى الماء الداخل في تنفس وتغذية ثم يفرغ  
يعين على دفع الحورية للأمام . وإما أن تزود تلك الخياشيم بقصات هوائية كما سبق وأما  
أن تخلص من القصات وأيضاً فإنها تختلف من حيث الشكل فقد تكون اسطوانية أو تكون  
ورقية.

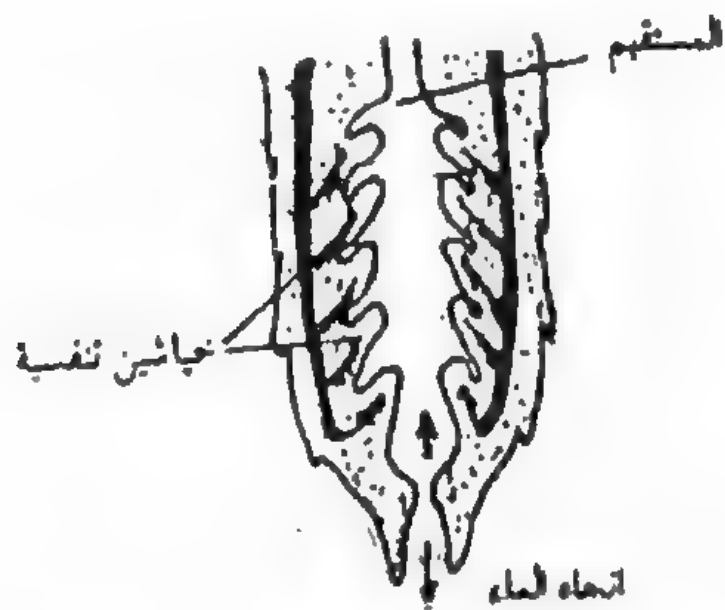


### Respiration of internal parasites

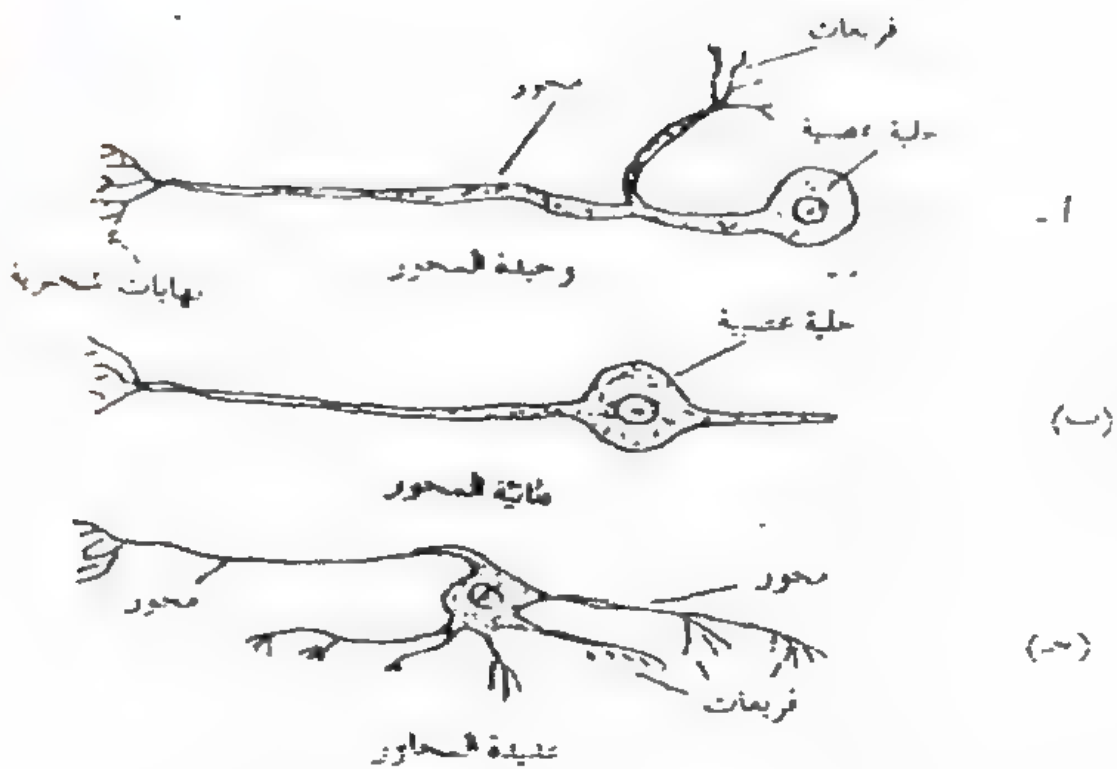
- يحصص جسم الطفيل على حاجتها من الأوكسجين بعدة صور :-
- 1- تنفس الهواء الجوى ويتم بعدة صور .
    - توجد فتحات على مخرجة البطن وفي إمكان الطفيل أن يخرجها خلال ثقب في جلد حصاة حب يتسنى له تنفس الهواء الجوى العادى، كما فى يرقات ثقب جلد القمل التى تنطفل داخلياً على الماشية.
  - 2- قد يكون للطفيل القدرة على ثقب إحدى القصبات الهوائية لحاضنه بواسطة مؤخره لجسمه لتسبب وروداً، حينئذ بفتحات تنفسية فيحصل على ما يلزمه من أكسجين. كما فى يرقات حشرات دبابة التاكينا التى تنطفل على يرقات دودة ورق القطن.
  - 3- التنفس الحادى . إذا لم يتيسر للحشرة المتطفلة داخلياً أن تنفس بأى من الطريقين السابقتين فليس أمامها إلا التنفس عن طريق سطح جسمها الذى يكون فى هذه الحدة رقيقاً جداً لتعبر به وتنفس بالانتشار العكسى.



مضخة نفسي في بركة ذيل الفار



رسم توضيحي لنخاشيم المستقيم في حورية الرعاش الكبير



شكل (٥٣) رسم تخطيطي للأنماط المختلفة من الخلايا العصبية في الجهاز العصبي للحشرات (الأسهم توضح اتجاه التوصيل العصبي)

### أولاً : الجهاز العصبي المركزي

#### Central nervous system (C.N.S)

هو الجزء الرئيسي من الجهاز العصبي والذي يقع أسفل القناة الهضمية في وضع يتوسط الجسم ويتركب من المخ والحبل العصبي على نحو ما ستفصله بعد :

#### **أ- المخ Brain :**

هو مركز الإحساس الرئيسي، ويتكون من العقد العصبية الأمامية التي اندمجت معاً واحتلت مركزها في محفظة الرأس أعلى المريء وفتحة أنفم، ونذلك يطلق عليها أحياناً العقدة فوق المريئية Superoesophageal ganglion ومن المعروف أن العقد العصبية قد نشأت في حالة زوجية ثم اتحد كل زوج ليكون عقدة واحدة وفي المناطق التي اندمجت فيها حلقات الجسم كمحفظة الرأس أو مؤخرة الجسم، وعليه فإن المخ قد تكون من اندماج ثلاثة أزواج من العقد العصبية. وليس للمخ حجم ثابت ولكنه يختلف في درجة نموه بدرجة رقي الحشرات كما هو الحال في سائر الحيوانات فيكون أكثر نمواً في الحشرات الاجتماعية Social insects مثل نحل العسل، ويتكون المخ من الأمام إلى الخلف شكل (٥٤) من المناطق التالية:

## خامساً : الجهاز العصبي

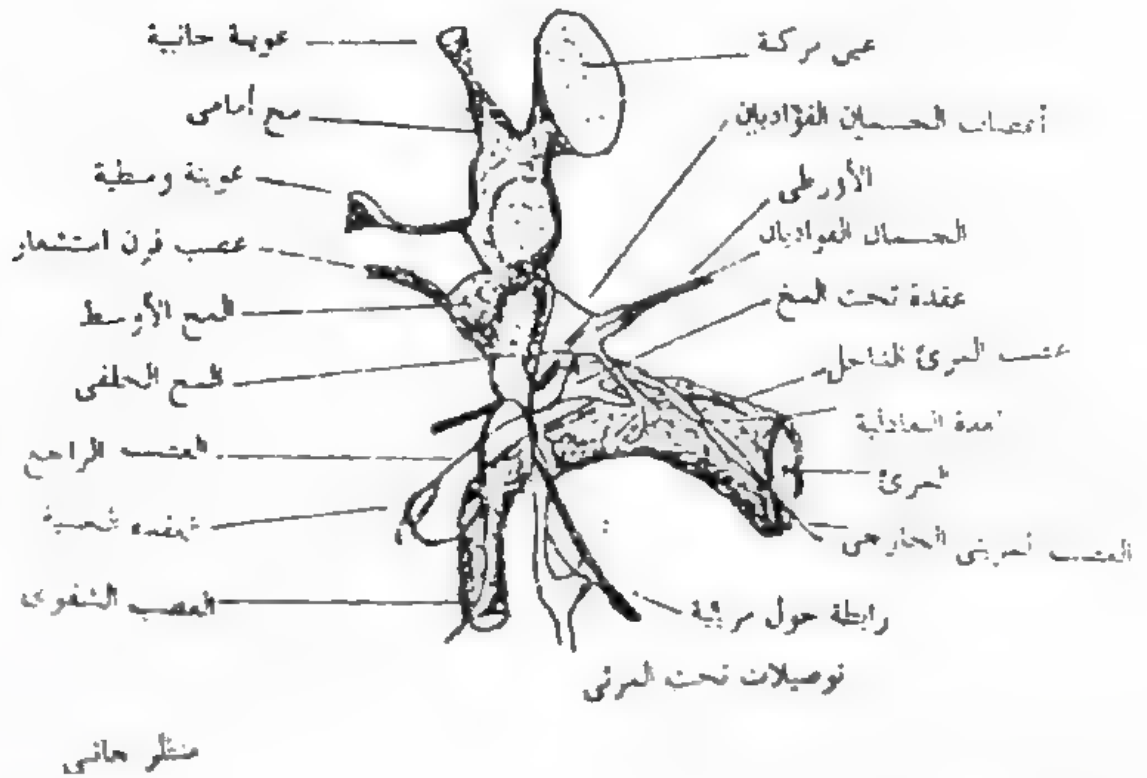
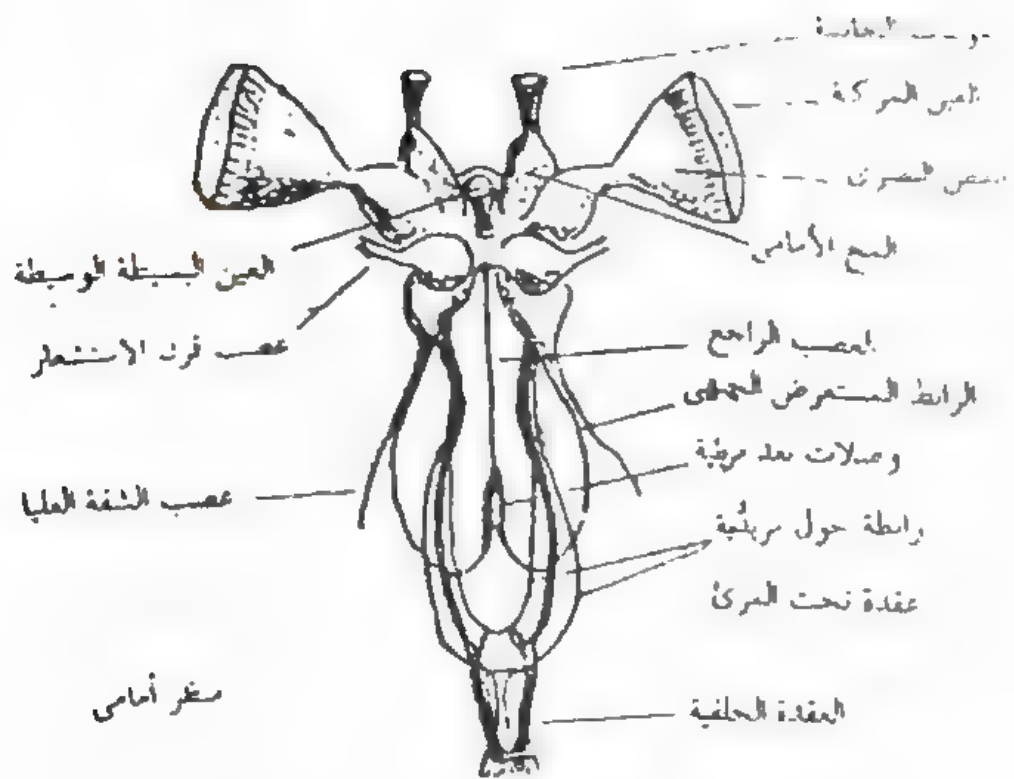
### The Nervous system

هو الجهاز الذي يتحكم في جميع أنشطة الجسم، ويتلقى المعلومات من البيئة الخارجية ويترجمها إلى إشارات كهربائية وكيميائية تنتقل عبر الخلايا العصبية إلى العضلات والغدد، مما يؤدي إلى استجابة الجسم. ويتكون الجهاز العصبي من الدماغ، الحبل الشوكي، والجهاز العصبي المحيطي.

### خلية عصبية : Nerve cell or neuron

هي الوحدة الأساسية للجهاز العصبي، وتتكون من جسم الخلية (Soma) الذي يحتوي على نواة (Nucleus) وجهاز جولجي، وأصابع عصبية (Dendrites) تتلقى الإشارات من الخلايا العصبية الأخرى، وأخرى (Axon) تنقل الإشارات إلى الخلايا العصبية التالية. وتوجد الخلايا العصبية في الدماغ، الحبل الشوكي، والجهاز العصبي المحيطي. وتختلف الخلايا العصبية في شكلها وحجمها ووظيفتها. فبعضها يتخصص في نقل الإشارات بسرعة، والبعض الآخر يتخصص في معالجة المعلومات. وتحتوي الخلايا العصبية على أغشية خاصة بها تسمى الأغشية العصبية، والتي تحتوي على قنوات أيونية تسمح بمرور الأيونات، مما يؤدي إلى توليد إشارات كهربائية.





شكل (٥٤) منظر أمامي وجانبي للمخ والجهاز العصبي الحشوي السمثاوي في الحراد

## ٢- العقدة العصبية الصدرية Thoracic ganglia

وهي عبارة عن ثلاثة أزواج من العقد العصبية بواقع زوج لكل حنفة صدرية، وتقع فوق نصيب النضية الحلقات الصدرية مباشرة ويصل هذه العقدة أزواج من الروابط الطولية تدنو كأنها روح من حيوط النيصاء، فيصل العقدة العصبية الصدرية الأولى بالعقدة تحت المريئية زوج من تلك الروابط العصبية كما يخرج من مؤخرة العقدة زوج آخر من الروابط يصلها بمقدم العقدة العصبية الثانية ثم الثالثة وهكذا. ويخرج من كل من تلك العقدة أعصاب تتصل بالأرجل وأخرى بالأجنحة وثالثة تتصل بالعضلات الصدرية في الحلقات المقابلة.

## ٣- العقد العصبية البطنية Abdominal ganglia :

وهي ثمانية أزواج من العقد العصبية التي تحتل منطقة البطن بالكيفية الميمنة في العقد الصدرية ولكن يلاحظ أن الروابط الطولية لها لا تكون من الوضوح بحيث ترى كروابط الصدرية الأمر الذي يجعلها تظهر كخيوط فردى وإيضاً قد تتقارب العقد من بعضها. وإذا كان من المتوقع أن نجد بكل حلقة بطنية عقدة عصبية فإن ذلك شئ نادر الحدوث حيث توجد ثمانية أزواج من تلك العقد في الحشرات البدائية كما في الحشرات القافزة بالذنب ولكن المشاهد في الحشرات الراهية أن هذا العدد قد يتفاوت بصور مختلفة ففي حشرات الصراصير تتحد بالعقدة الصدرية الأخيرة بالعقدة البطنية الأولى، بينما تندمج العقد البطنية الخلفية الثلاث لتكون مركزاً عصبياً واضحاً دون سواء فيبلغ عدد العقد البطنية ست عقد عصبية. أما بعض أنواع حشرات نصفية الأجنحة فيتكون الجهاز العصبي المركزي بها من عقدة تحت المريء والعقدة الصدرية الأولى في حين تندمج باقي العقد الصدرية مع العقدة العصبية البطنية لتكون مركزاً عصبياً واحداً. وقد يظهر هذا الاندماج أوضح في حشرات الذباب من رتبة ذوات الجناحين حيث تظهره عقدة تحت المريء في حين تندمج باقي العقد الصدرية والبطنية في مركز عصبى واحد. ويخرج من العقد العصبية البطنية أعصاب تتصل بزوائد البطن وأجهزتها الداخلية.

## ١- الجزء الامامي Protocerebrum

وذكر من عقدتي العصبيتين العيسيتين وهو أكبر أجزاء النح، ويقع هذان الفصلان اسفل لعين المكنين حيث تخرج منها اعصاب تغذيها ولذلك فقد يطلق عليهما الفصلان النصريان (Optic lobes) كما انه يعينون العويذات أيضاً. Ocelli

## ٢- الجزء الثاني Deutocerebrum :

وتقع خلف الجزء السابق وصغره حجماً وقد تكون من اسماح على قري الاسنعار وبتصصون عليهم فصافري الاسنعار Antennary lobes وتخرج منها اعصاب تغذي قري الاسنعار، واذ كانت قد عرفت ان قري الاسنعار هما عضوا حس فيا الجزء الثاني من النح فعند على كفة ويموا اعصاب الحس التي توحد على قري الاسنعار

## ٣- الجزء الثالث Tritocerebrum :

ويتكون من اسماح غير كامل لروح صغير من عقد العصبية المتحدة، ويقع خلف الجزء الثاني ويغير على تخرج من كل منها اعصاب على شدة تغذ، ويتصل كذلك على النح الثالث، روح من الترويض تمتد حصة التي تمر حول قري، غلاف شدة (Tritocerebrum) وتصل حول قري أيضاً النح شدة تحت المريية وينتد جزء ثالث في غير اعصاب الحسوى (المعبدوى)

## باء الحبل العصبى البطنى Ventral nervecord :

يتكون الحبل العصبى البطنى من مجموعة من العقد العصبية المتدمجة مع حبل دماء العقد تحت المريية كما فى الشكل (٥٥)

## ١- العقدة تحت المريية Sub-oesophageal :

وهي شدة تشبه مركبة من قري شدة تحت المريية، وتحت سنى وحده اسفل من سمحت مع اعصاب قري من حبل حمية. ومع هذه العقدة على ناحية سنية من راس من قري ولسى من النح، ويرصد جزء ثالث من اعصاب الاسنعار على شدة حبل قري وتخرج من اعصاب من كل من قري القوس والحكي السنى وتصل هذه على كة يخرج من اعصاب فصل شدة تغذية وحري فصل دماء

ganglion ويتجاوز العصب الرابع العقدة تحت المخية لينتهي عند عقدة أخرى صغيرة تدعى العقدة المعدية.

## ٢. العقدة تحت المخية والعقدة المرئية

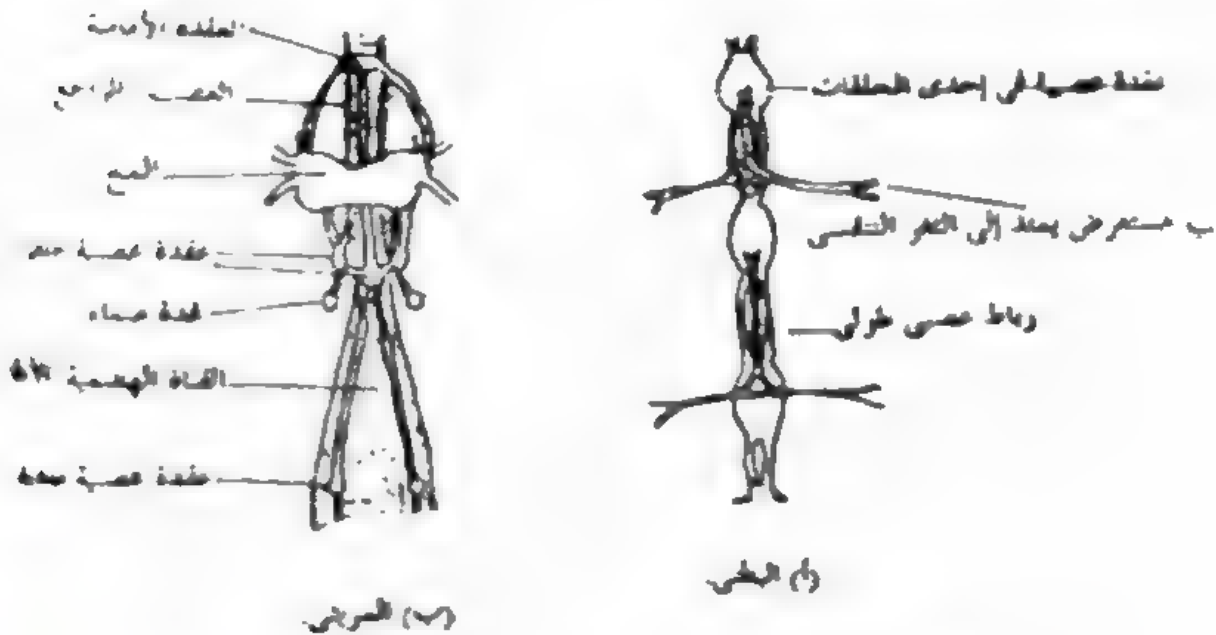
### Hypocerebral and oesophageal ganglia

ويخرج من العقدة العصبية التي نعرف بعقدة تحت الملح عصبان طويلان يتصلان بعقدة صغيرة تدعى عقدة المرئ وهي تتصل بالملح من الجانب المقابل لها كما يخرج منها عصب يصل بالجسم الالاتي Corpora allata المقابل وهو غدة صماء.

### ب- الجهاز العصبي السمبثاوي البطنى

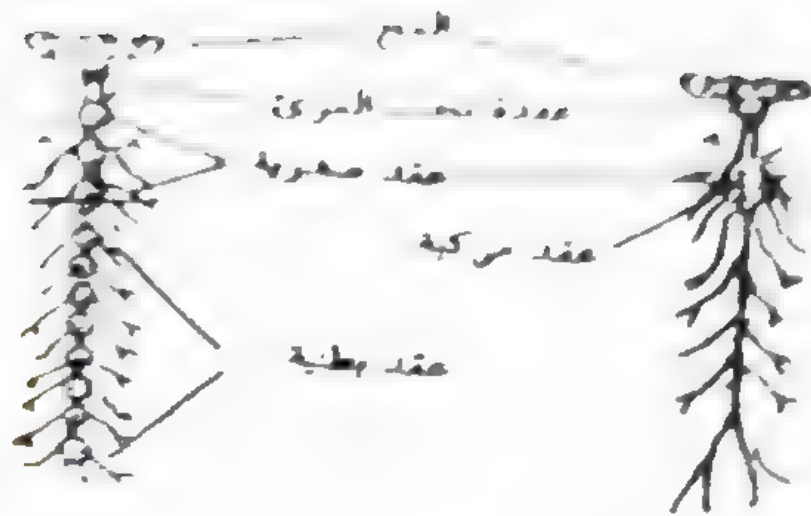
### Ventral sympathetic nervous system

ويعمل ناتجها العصبى المركزى في منطقة الحنك العصبى التطنى حيث يخرج من ارجح العقد العصبية الصدرية و نظية اعصاب مسعرصة ويمتد نحو العنور العصبية لتتحكم في حركتها الميكانيكية كما سبق ذكره شكل (٥٦).



شكل (٥٦) حنك من جهاز عصبى سمبثاوى





... في هذا الجهاز العصبي المركزي يوجد ...  
... في هذا الجهاز العصبي المركزي يوجد ...

### جهاز عصبي نخاعي (المخية)

#### Visceral or autonomic N.S

... في هذا الجهاز العصبي ...

### جهاز عصبي سمبتي (الغريزي)

#### Esophageal sympathetic nervous system

... في هذا الجهاز العصبي ...  
... في هذا الجهاز العصبي ...

#### Frontal ganglion الجبهة

... في هذا الجهاز العصبي ...  
... في هذا الجهاز العصبي ...  
... في هذا الجهاز العصبي ...

## أعضاء الحس The Sense Organs

هي أذن الحس التي تستقبل على حذاء الجسم لنفهم المثيرات الحسية كالمحيطات والصوت والضوء والظلمة. وتؤدي بصفة هذه الأعضاء إلى فهم. مثال عصبى تات على اتصاله إلى إحدى العقد العصبية المتداخلة بعدت معين في سلوك الحشرة كالأفراد من الأبعاد عن مصمتت لتقوم. ويصل على هذه الأعضاء الحسية على اختلاف أنواعها المستقبلة Receptors وعن المفهوم أن كل واحد منها يختص في استقبال مثير محدد. بمعنى أن لدى أعضاء خاصة وتلشم كذلك وكذلك الابصار.

وبحسب تقسيم هذه الأعضاء تبعاً لنوع وطبيعة استقبالاتها إلى ما يأتي

أولاً: مراكز استقبال المثيرات الميكانيكية Mechanoreceptors

ويقع تحت هذا القسم كل من

١- مستقبلات اللمس والضغط Langoreceptrois.

٢- مستقبلات الأصوات Phonoreceptors.

ثانياً: مراكز استقبال المثيرات الكيميائية Chemoreceptors

ويعتبر من

١- مراكز الشم Olfactoreceptors

٢- مراكز الذوق Gustoreceptors.

٣- مراكز استقبال المواد المهيجة Intoreceptors

ثالثاً: مراكز استقبال الإشعاعات Radioreceptors

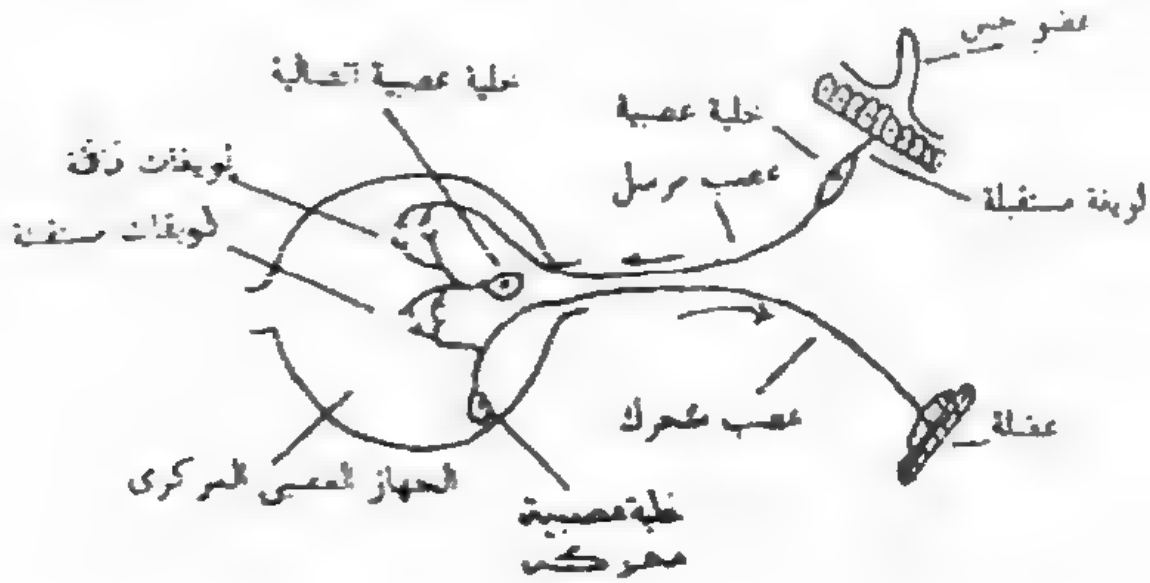
ويشتمل تحت هذا القسم الأنواع التالية:

١- مستقبلات الحرارة Caloreceptors

٢- مستقبلات البرودة Frigidoreceptors

٣- مستقبلات الضوء Photoreceptors

العصبي وينقله الى احدى الخلايا العصبية المحركة بنفس الصورة فتكرر الخلايا العصبية المحركة  
سلسلة عصبية ينحني ليه الحرة العضلي للسطح المتأثر للقيام برد الفعل المناسب شكل (٥٧).



شكل (٥٧) رسم يوضح أنواع الخلايا العصبية، وطريقة انعكاس المؤثر خلال الخلايا الحية  
الاتصالية والمحركة

## جـ الجهاز العصبي السمبثاوي الخلفي :

وهو عبارة عن مجموعة من الأعصاب التي تخرج من العقدة العصبية البطنية الأخيرة - وهي عقدة مركبة كما سبق بيانه - لتسيطر على حركة المعبر الشرجي والجهاز السلسلي.

## ثالثًا : الجهاز العصبي الطرفي

### Caudal sympathetic nervous system

وهو عبارة عن مجموعة الأعصاب التي تمتد كنهايات طرفية لأعصاب الجهاز العصبي المركزي والسمبثاوي والتي تتصل بخلايا عصبية مرتبطة بأعضاء الحس المختلفة Sense organs على أنه توجد شبكة من الأعصاب أسفل جدار الجسم مباشرة وهي عبارة عن محاور لخلايا عصبية تعمل على توصيل الخلايا العصبية الحسية بعضها ببعض.

### الإحساس بالمؤثرات والاستجابة له :

ذكرنا من قبل أن وحدة الجهاز العصبي هي الخلية العصبية وقسمنا الخلايا العصبية من حيث عدد محاورها إلى ثلاثة أقسام والآن نقسم الخلايا العصبية من حيث وظائفها إلى :

١- الخلية العصبية الحسية Sensory neurone أو الواردة Afferent وكل منها ذات محورين يرتبط أحدهما بأحد أعضاء الحس بينما يمتد الآخر إلى إحدى عقد الجهاز العصبي المركزي وهذه الخلايا هي المسئولة عن حمل السيالات العصبية من أعضاء الحس إلى الجهاز العصبي المركزي.

### ٢- الخلايا العصبية المحركة (الصادرة) Motor (Efferent) neurones :

ويقصد بها الخلايا التي تكون أجسام العقد المكزية ويمتد أحد محاورها الذي يسمى العصب المحرك Motor nerve إلى أحد الأنسجة العضلية السطحية. ويحمل السيالات العصبية الحسية التي وقع عليها التأثير.

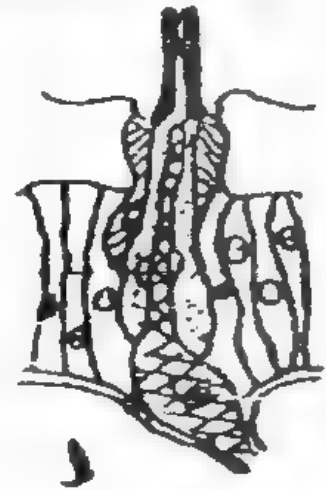
### ٣- الخلايا العصبية المجمعَة أو الاتصالية Association

وهي الخلايا العصبية التي توجد بأجسامها ومحاورها داخل العقد العصبية للجهاز العصبي المركزي ولها محوران دوائيان زوائد شجيرية حرة يتجه إحداها إلى المحور الداخلي لإحدى الخلايا العصبية الحسية والآخر جهة المحور الداخلي لإحدى الخلايا العصبية المحركة أي أنها تعمل كموصلات بين النوعين السابقين. فيمر الميل العصبي من العقد المتأثر عبر محورها العصبي ثم حلى حلى يصل إلى الرواند الشجيرية لإحدى الخلايا العصبية الموصلة التي تستقبل هذا الميل

## ب- الاعضاء الحسية المرنة (الداخلية) Chorodotonal organs:

اعضاء نحس المرنة عبارة عن الاعضاء الحسية التي توجد داخل بعض أحرار الجسم مثل قرون الاستشعار والمامس والارجل وغيرهما كما توجد في فراغ الجسم وتوجد مثل هذه الاعضاء على هيئة حزام. تتكون كل حزمة منها من وحدات حسية يطلق عليها Scolopophago و هي ذات أشكال مغزلية تمتد طوليا في مجموعة من الالياف المرنة التي تصل ما بين نقطتين متباعدتين على جدار الجسم أو تصل أحد طرفيها بالجلد بينما يطل سائبا في فراغ الجسم. ويعرف النوع الاول بعضو الحس المرن الجداري Integumental في حين يعرف الثاني بعضو الحس المرن تحت الجداري Sub- genual شكل ( ٥٨ ب).

### عضو حس مرن جداري



### عضو حس مرن تحت جداري



شكل ( ٥٨ )

وتركب الوحدة الحسية Scolopopore من حلية عصبية ذات قطبين ، يغلف أحدهما (السطحي) بخلية معلقة Scolopal cell وأخرى قمية Cap cell ويتكون داخل الحلية المعلقة قضيب حس Scolopal تتصل قاعدته بفراغ Vacuole يحتوي على نوع من السوائل بينما يغلف طرف القضيب الحسي ليكنز الكعبرة الطرفية End- knob وتوجد بداخل الوحدة الحسية ليفة محورية تمت حتى تتصل بالكعبرة الطرفية لتتصيب الحسى.

وأما عضو جونستون Johns s organ فهو عضو حس مرن ويوجد داخل العقلة الذئبية من قرون الاستشعار في معظم الحشرات المجنحة ، ولكنه ينمو بوضوح في ذكور حشرات عيشي Culicidae - Chironomidae كما في تكران النعوض فيتكون من مجموعة من الاعضاء حسية المرنة ترتبها شعاعا بحيث تتصل نهايتها الشعاعية بالعقدة ، بينما تتصل



## اولا مراكز استقبال المؤثرات الميكانيكية Mechanoreceptors

وتسمى تلك الأعضاء التي ينتج عن لمسها أو صدامها بجسم آخر تغير ميكانيكي في أحد أجزائها، وتتأثر أيضا باهتزاز موجات الهواء أو الماء أو الاجسام الصلبة، ولا يدع إذا أن تتدرج أعضاء السمع تحت هذا النوع Sense of hearing وتشمل أيضا الاحساس بقوة الجاذبية الأرضية. ولكي تدرك وظيفة هذه الاعضاء، فسنتكلم عن أنواع هذه المستقبلات فيما يلي:

### ١- مستقبلات اللمس والضغط Langoreceptors

وتقوم مثل هذه الاعضاء بالاحساس بالاجسام أو الاشياء عن طريق ملامستها إياها أو عن طريق موجات اهتزازية تصدر عنها ويطلق عليها حينئذ اللمس Tutch وحينما تزداد شدة لمس المؤثر للعضو المستقبل فإنه يطلق على هذه الحالة الضغط Pressure وعادة ما تنتشر تلك الاعضاء على سطح الجسم أو تكون في شكل تجمعات تسمح لها بلامسة الاشياء الملامسة بصفة علمية. وهناك أشكال مختلفة لهذه الاعضاء نذكر منها مايلي:

### ١- شعيرات اللمس Tactile hairs or trichoidsensilla:

وقد يطلق عليها الشعيرات الحسية المتفصلة Sensory hairs وتتركب الشعرة الحسية من خلية (٥٨) من خلية أسفل البشرة يطلق عليها مولدة الشعرة Trichoen cell وتحاط بخلية أخرى هي مولدة الغشاء Tormogen وتتصل الشعرة الحسية بخلية عصبية أو بخليتين، بينما تتصل شعيرات الحس الكيماوي بمجموعة من الخلايا العصبية، ويحيط بمحور الخلية العصبية القريب من الشعرة غمد يطلق عليه القضيبي الحسي Scolopale وقد يغطي هذا القضيبي بغطاء يطلق عليه غطاء القضيبي أو الجسم الطرفي Apical body وتتفصل الشعرة مع جدار الجسم بغشاء يغطي نقرة الشعرة وبذلك تكون حرة الحركة، وتنتشر الشعرة الحسية كنتيجة للمس جسم آخر أو عن طريق وصول نبذيات الهواء إليها وعلى الفور تترك رسالة إلى الحبل العصبى الرئيسى لتنبيهه، وتقوم النهاية العصبية السطحية للخلية العصبية بنقل الرسالة ويؤدي ذلك إلى الجهد الاستقبالي Receptor potential وتوجد هذه الشعيرات بصفة خاصة على قرون الإستعار وعقل الرسغ والقرون الشرجية. فإبرة العجوز وصرصور الغيط وغيرهما من الحشرات التي تظن الانفاق تزود قرون الاستعار بأعداد وغيرة من تلك الشعيرات تتفادى بها الاجسام الصلبة التي تعترض حركتها. وأصدق دليل على ذلك هو النباية المنزلية، حيث تطير بسرعة عند تحرك الاجسام بالقرب منها، فإذا ما وضعنا حائلا زجاجيا بينها وبين الجسم المتحرك فإنها لا تشعر بذلك الحركة وبالتالي لا تلود بالفرار.

أضرافه لامامية - تعشاء الرقيق الذى يعمل ما بين العقلتين الثانية والثالثة. وتتصل محاور الخلايا العصبية بالعصب الرئيسى لقرن الاستشعار . وقد يكون لهذا العضو وظائف أخرى.

## ٢- مستقبلات الاصوات Phonoreceptors:

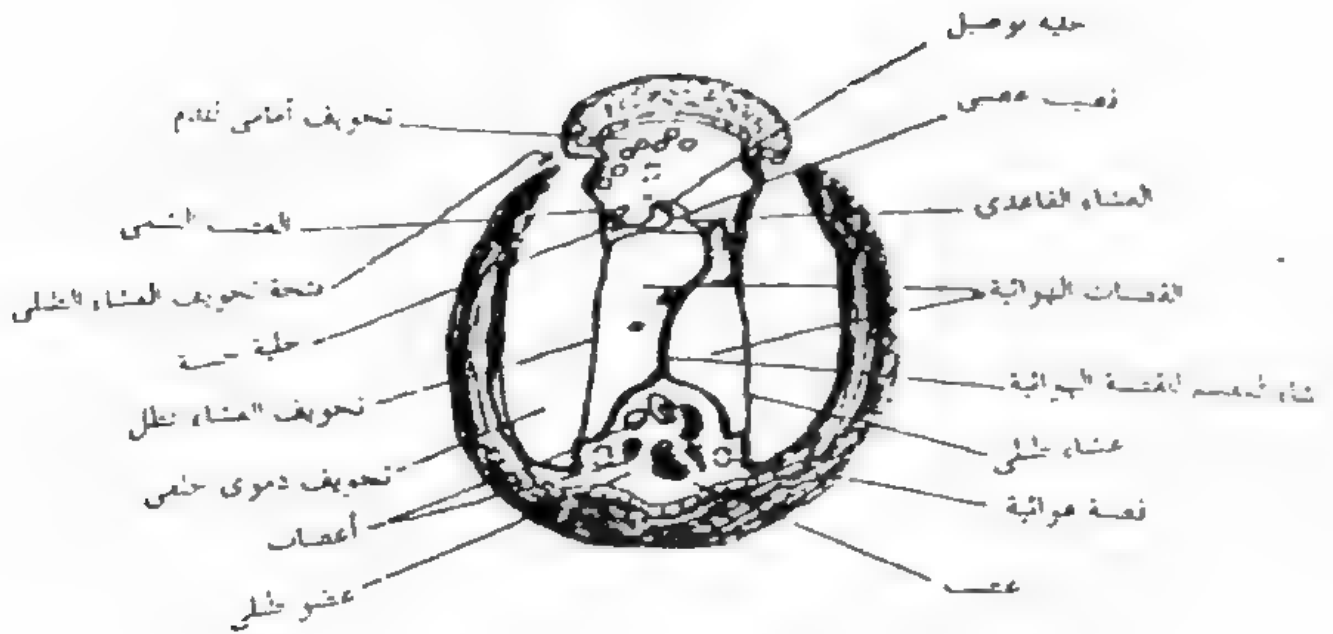
للحشرات أجهزة سمع خاصة تختلف أماكنها باختلاف الحشرات فمن المعروف أن الموجات الصوتية ينتج عنها اختلاف فى ضغط الهواء انجوى ، حيث تصل هذه التذبذبات إلى عضو السمع Auditory organ الذى يمكنه رصد هذه الموجات وتفسيرها إلى أصوات خاصة بها.

أ- وقد تنتشر على سطح الجسم شعيرات خاصة تقوم بهذه الوظيفة كما فى يرقات أبو دق الخبازى . أو توجد تلك الشعيرات على أجزاء معينة من الجسم مثل قرون الاستشعار كما فى ذكور البعوض ، كما توجد على القرون الشرجية لبعض الحشرات المستقيمة الاجنحة ، فيتم السمع فى نعر صور الشرقى *Blatta orientalis* وذبابة مايو عن طريق الشعيرات الحساسة التى نهل فقرة على تفسير تذبذبات صوتية مختلفة قد تكون خافتة بحيث لا يمكن أن تسمعها أذن الإنسان.

فسبحان الله الذى يسمع دبيب النملة السوداء على الصخرة الملساء فى الليلة الظلماء.

ب- وقد توجد لبعض الحشرات أعضاء سمع خاصة تعرف بالأعضاء الطبانية Tympanal organ وهى عبارة عن تراكيب مزدوجة يتركب كل منها من غشاء طبانى Tympanum وبييرات حسية مرنة بالاضافة إلى وجود أكينوس هوائية ومن أهم هذه الأعضاء ماينى:

عضو السمع فى حشرات النطاطات ذات القرون القصيرة والتى تتبع عائلة Acrididae تكون هذا العضو كما فى الشكل (٥٩) من غشاء طبانى يظهر بوضوح فى انخفاض على جانبيه البطنية الاولى ويحاط هذا الغشاء بطبقة جلدية ، ويوجد أمامه مباشرة ثغر تنفسى يتصل بهوائى كبير يلتصق بالسطح الداخلى التى تكون انتفاخا يعرف بعض موار Mullers organ ح منه العصب السمعى Auditory nerve الذى يتصل بالحلقة الصدرية الثالثة .



شكل (٥٩) منقطع عرضى خلال قاعدة الساق الأمامية يوضح ترتيب أعضاء الحس الظلية

كما يوجد أيضاً رانديتان جليديتان تصنعان زاوية متفرجة ، ويوجد بمنصف المسافة بينهما عضو آخر دقيق ينتهى بحوصلة كمثرية الشكل يملؤها سائل. ومن شأن هذه التراكيب المتكيفة لتسطح الداخلي للعشاء الظلي أن تمكنه من نقل الذبذبات الصوتية إلى الحيار العصبى الذى نرحمها فوراً ويصدر بواسره بلاحياتات اللازمة تجد هذا الموقف.

هذا وتوجد لحشرات عنلة الجرانة فى القرون الطويلة أعضاء سمع مثل التى سبق تناولها مع ملاحظة أنها توجد أسفل شق طولى Silt- Like Opening على قصبتى كل من الرجل الامامية حيث تؤدي إلى جيار ظنى.

## ٢- الشعيرات الحسية ذات القبو (انجرسية) Campaniform sensillae:

تنتشر هذه الشعيرات على أماكن خاصة من سطح الجسم ، وتظهر كمساحات بيضاوية الشكل أو مستديرة مقوسة شذفة تحيط بها حواف كتيبة سميكة وذاكة تكثر (٦٠) فوجد هذه الشعيرات على سيقان الأرجل الخلفية حصر صور الأخرى كما توجد على قاعدة دبوس التوازن فى الديك ثلاث من هذه الشعيرات ويوجد تغليظ كيتيلى على المحاور الطولى لتفرد كما أن وجود هذه الشعيرات يفيد الحشرة فى الاتزان . كما يوجد أسفل القبو خيىن متميزتان من خلايا البترة أحدهما كبيرة تكون القبو والاخرى صغيرة تساعد وتوجد أيضاً خلية عصبية ذات قضيب يتكون من أحدهما (القريب للقبو) قضيب حسى Scolopale.

أضرافه الامامية بالغشاء الرقيق الذي يعمل ما بين العقلتين الثانية والثالثة. وتتصل محاور الخلايا العصبية بالعصب الرئيسي لفرن الاستشعار . وقد يكون لهذا العضو وظائف أخرى.

## ٢- مستقبلات الاصوات Phonoreceptors:

للحشرات أجهزة سمع خاصة تختلف أماكنها باختلاف الحشرات فمن المعروف أن الموجات الصوتية ينتج عنها اختلاف في ضغط الهواء الجوي ، حيث تصل هذه الانذابات إلى عضو السمع Auditory organ الذي يمكنه رصد هذه الموجات وتفسيرها إلى أصوات خاصة بها.

أ- وقد تنتشر على سطح الجسم شعيرات خاصة تقوم بهذه الوظيفة كما في يرقات أبي دقيق الخبازي . أو توجد تلك الشعيرات على أجزاء معينة من الجسم مثل قرون الاستشعار كما في ذكور البعوض ، كما توجد على القرون الشرجية لبعض الحشرات المستقيمة الاجنحة ، ويتم السمع في الصرصور الشرقي *Blatta orientalis* ونبابة مايو عن طريق الشعيرات الحساسة التي لعل القدرة على تفسير نبضات صوتية مختلفة قد تكون خافقة بحيث لا يمكن أن تحسها أذن الإنسان.

فسبحان الله الذي يسمع دبيب النملة السوداء على الصخرة الملّساء في الليلة الظلماء.

ب- وقد توجد لبعض الحشرات أعضاء سمع خاصة تعرف بالأعضاء الطبانية Tympanal organs وهي عبارة عن تراكيب مزدوجة يتركب كل منها من غشاء طباني Tympanum وشعيرات حسية مرنة بالاضافة إلى وجود أكيس هوائية ومن أهم هذه الاعضاء مايلي:

١- عضو السمع في حشرات النطاطات ذات القرون القصيرة والتي تتبع عائلة Acrididae ويتكون هذا العضو كما في الشكل (٥٩) من غشاء طباني يظهر بوضوح في انخفاض على جانبي الحلقة البطنية الاولى ويحاط هذا الغشاء بطبقة جلينية ، ويوجد أمامه مباشرة ثغر تنفسي يتصل بكيس هوائي كبير يلتصق بالسطح الداخلي التي تكون انتفاخا يعرف بعض موار Mullers organ يخرج منه العصب السمعى Auditory nerve الذي يتصل بالحلقة الصخرية الثالثة .

٤- يقوم عضو السمع الحرسى فى ذكور السكاك من ثمة نصفة الأذنحة - صدار - صا -  
 حيث يوحى روح من الأعضاء الطويلة على اسفل البطن ويصل بالعضء عضو - احلى فوى  
 يستطيع جذب العناء للداخل ثم يتركه فجأة ليصدر عن ذلك صوت حاد.  
 ٥- يكى اسدع الهواء من انفصات الهوائية الى اسعر النفسيه لملكاب انحل اناء طيراهب  
 فى حفرة الزفاف؛ يكى لإحداث صوت خاص شبيه بالصغير.

### ثانياً: مراكز استقبال المؤثرات الكيماوية Chemoreceptors:

ويقصد بمراكز استقبال المؤثرات الكيماوية تلك الاعضاء التى بواسطتها يتمكن الحيوان من إدراك  
 مايحيط به من المواد الكيماوية ويمثلها مراكز التعم ومراكز الدوق ومراكز إدراك المواد الكيماوية  
 الميحة مثل الأمونيا فبواسطة هذه الاعضاء تتعرف الحشرات على غذائها المفصل أو تفر هاربة  
 من عنيترس بها دائرة السوء. وبالرغم من إنتشار هذه الاعضاء إلا أنها توجد بصفة خاصة على  
 كل من قرون الإستشعر، احراء العم والارجل. ومن انصافات الهامة التى تميز تلك الاعضاء هى ان  
 الشبكية العصبية تبعيدة تخترق جليد الشعرة فى عدة مواضع، أى أنها تترك القضييب الحسى  
 Solopale وتمت فى جسم الشعرة.

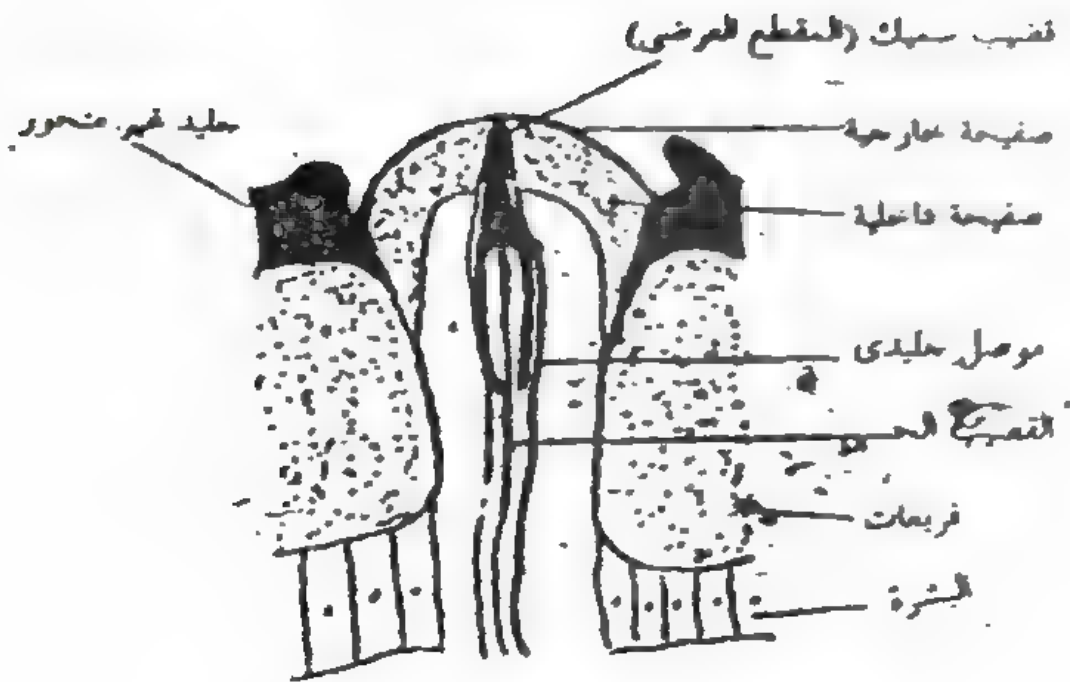
ويشابه كل من أعضاء الذوق والشم إلى حد كبير من اتناحية اظاهرة غير أن أعضاء الشم تمتد  
 نسبة حاسنيها وقد يرجع ذلك إلى اتصال عضو الشم بعدد أكثر من الحلاب العصبية فى عضو  
 التذوق مع أن كلا النوعين يمتازان بأن جليده رقيق.

وستناول هذه المراكز وفقاً لما يلى:

### ١- مراكز الشم Olfactoreceptors:

وتتركز أعضاء الشم غالباً فى قرون الإستشعار. وقد تكون استجابة الحشرات للمواد الكيماوية  
 استجابة سلبية أو موجبة فتتجنب يرقنتلت أبى نقيق الكرب نحو نباتات الكرب كما تتجف نسبة  
 التروفيلا نحو المواد المتخزة وكذلك الجعال حياء تجنب روت الماشية حيث تصع بيصها فيه  
 . وتتجف نكير الفرائث إلى إتقها بواسطة الروائح التى تفرزها الاناث وقد تحمل مراكز الشم  
 على الملامر الشفوية والتكية كما فى حشرات الصرصور الأمريكى ، وبالإضافة إلى ذلك فإن  
 الحشرات تهتدى إماكن وضع البيض والتعرف على العائل وتعرف على أفراد نوعها فى حالة  
 الحشرات الإجتماعية Social insects كالحل والمل . ويمكن الإستفادة من هذه الظاهرة فى  
 مكافحة الآفات وذلك بوضع مواد ذات رائحة جذابة أو طاردة لإقتصاص أو طريد الحشرات  
 الضارة. وهناك عدة أنواع من تلك الأنواع المستخدمة فى الشم :





شكل (٦٠) مقطع تخطيطي خلال شعيرة جرسية

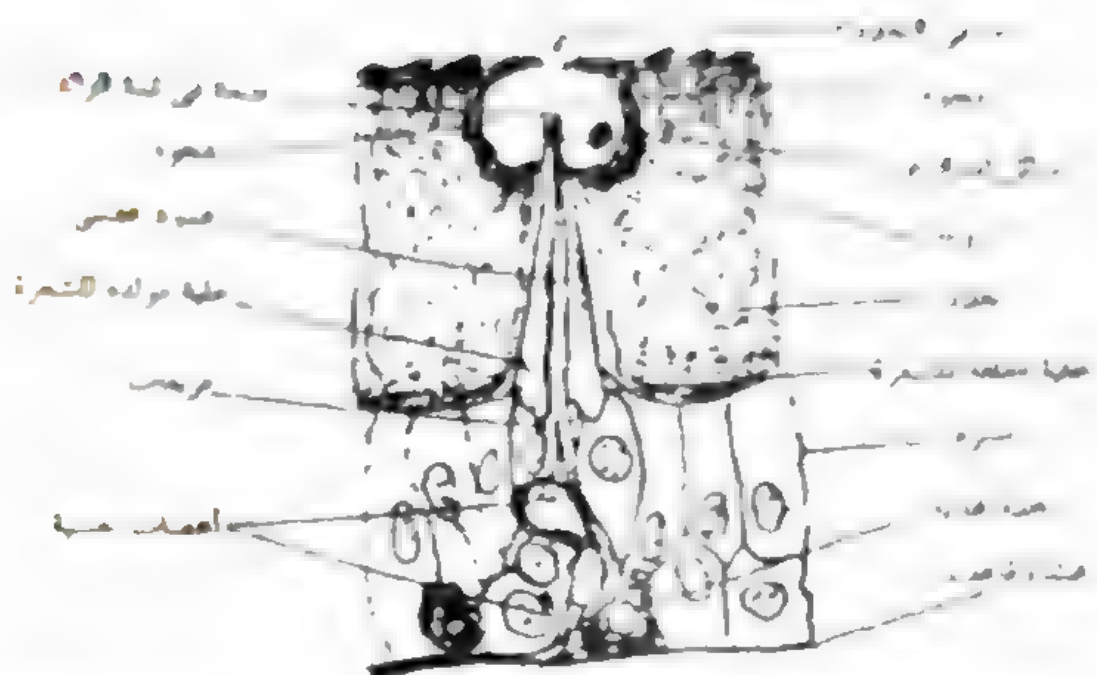
وما دمت قد تعرضنا لحاسة السمع فإن الحديث يجزنا إلى التعرف على سماع الحشرات بعضها بعضاً فمن الحشرات ماله القدرة على إحداث أصوات قد تكون وسيلة للتفاهم أو الغزل أنجسى يصدرها الجنسان معاً ويخصص في إصدارها الذكور فقط وتحدث الحشرات أصواتاً بصورة شتى شكر مئني:

١- القرق Tapping كما في حفارات الخشب والنمل الأبيض، حيث تنقر الحشرة الأرض أو سطح الخشب برأسها فتحدث صوتاً خافتاً.

٢- الترتيب: ويعني إمرار جزء من الجسم على جزء آخر فيعمل عمل الرابطة وذلك كما في ذكور صراصير Gryllidae حيث يصدر الصوت عن طريق إمرار الحافة الخلفية للجناح الأمامي على السطح السفلي للجناح الخلفي فينبعث صوت شبيه بالصغير.

أما في الجراد والتطايطات فتحرك الحافة الخلفية للجناح الأمامي بنقوات عسنة على الفخذ الخلفية فينبعث صوت على أثرها. وأما حشرة فرقع فوز فتحدث أصواتاً عن طريق زائدني صفيحة الصدر الأمامي الظهرية على الصدر الأوسط.

٣- الاهرار قد يهتر الأجنحة بصورة منتظمة وسريعة من شأنها إصدار أصوات كما هو الحال في حشرات الذباب والبعوض.



شكل (٦٤) رسم لمظهر لشعيرة مخروطية المخروط في قرون السمكيات الطماط

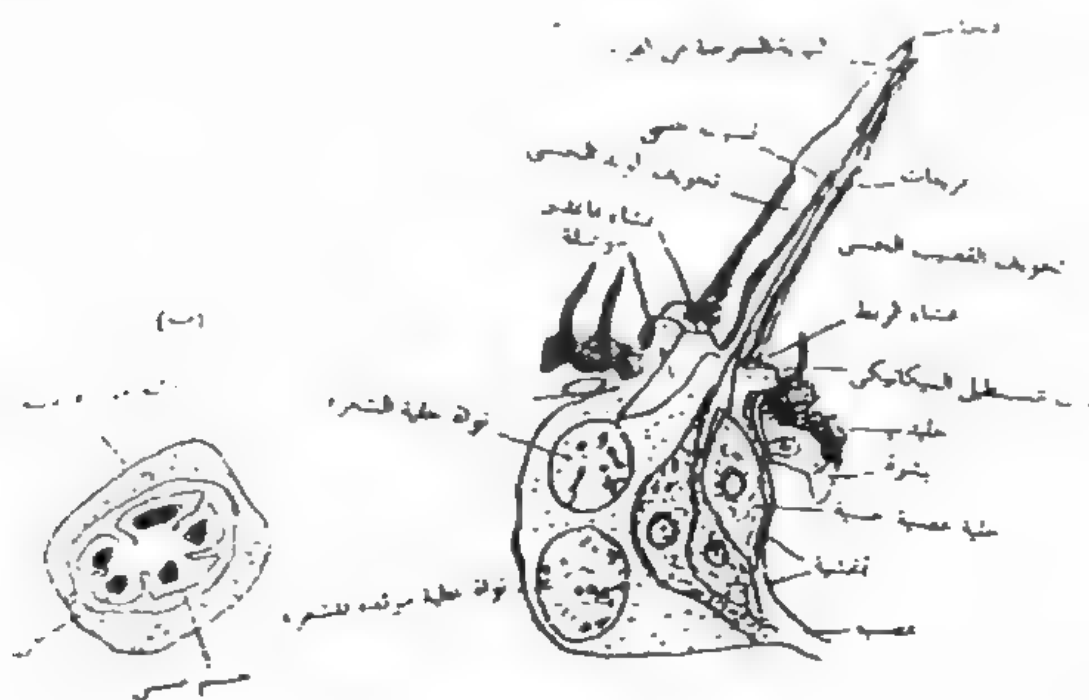
الشعيرات هي خلايا متخصصة في استقبال المعلومات الحسية من البيئة الخارجية وتحويلها إلى إشارات كهربائية يمكن نقلها إلى الدماغ. توجد في العديد من الحواس، مثل السمع والبصر واللمس. تتكون الشعيرات من خلايا متخصصة تسمى الخلايا الحسية، والتي تتصلب مع خلايا عصبية. عندما يتم تحفيز الشعيرة، تنتج إشارات كهربائية تنتقل عبر الخلايا العصبية إلى الدماغ.

### ٢- مستقبلات اللمس (Tactoreceptors)

توجد مستقبلات اللمس في الجلد، وتستخدم لدراسة الأشياء من حولنا. تتكون من خلايا متخصصة تسمى الخلايا الحسية، والتي تتصلب مع خلايا عصبية. عندما يتم تحفيز الشعيرة، تنتج إشارات كهربائية تنتقل عبر الخلايا العصبية إلى الدماغ. تتكون من خلايا متخصصة تسمى الخلايا الحسية، والتي تتصلب مع خلايا عصبية. عندما يتم تحفيز الشعيرة، تنتج إشارات كهربائية تنتقل عبر الخلايا العصبية إلى الدماغ. تتكون من خلايا متخصصة تسمى الخلايا الحسية، والتي تتصلب مع خلايا عصبية. عندما يتم تحفيز الشعيرة، تنتج إشارات كهربائية تنتقل عبر الخلايا العصبية إلى الدماغ.

أ- الشعيرات المخروطية Sensory pegs or basiconic sensillae

وتوجد على قرون الإستسعار وملامس كثير من الحشرات مثل الصراصير والقمل شكل (٦١) رضى  
وتدية الشكل كما توجد مجموعة من هذه الشعيرات الوندية فى نقر العقلة الثالثة من قرون الإستسعار  
الذنبية والملامس الشفوية لأبناء دقيق.



شكل (١١) أ - رسم تخطيطي للشجرة الحسية المستطيلة للكيمولفات في ذبابة *Phormia* ب - منشع عمود خلال القطب الحسي للشجرة نظريا قريب من قاعدة الشجرة يوضح إلقاء القصاص الحسية بين الفروع

### شعيرات لمس الكيماوية Chemosenory trichoid sensillae:

وهي شعيرات متحركة صلبة موشية وتعتبر من فروعها مقعد الى حرس أحدهما مغلق من قمته وأما الآخر فيوجد به نصيب الحس وهذا التعريف مفتوح من قمته حيث توجد به الروانك الحسية التي عن طريق لمسها للمواد الكيماوية السائلة يحدث لديها الإحساس بالتذوق.

### ٣ مراكز استقبال المواد المهيجة Irritoreceptors:

وقد يطلق عليها أيضا شعيرات الذوق ونشم Common chemicalsense

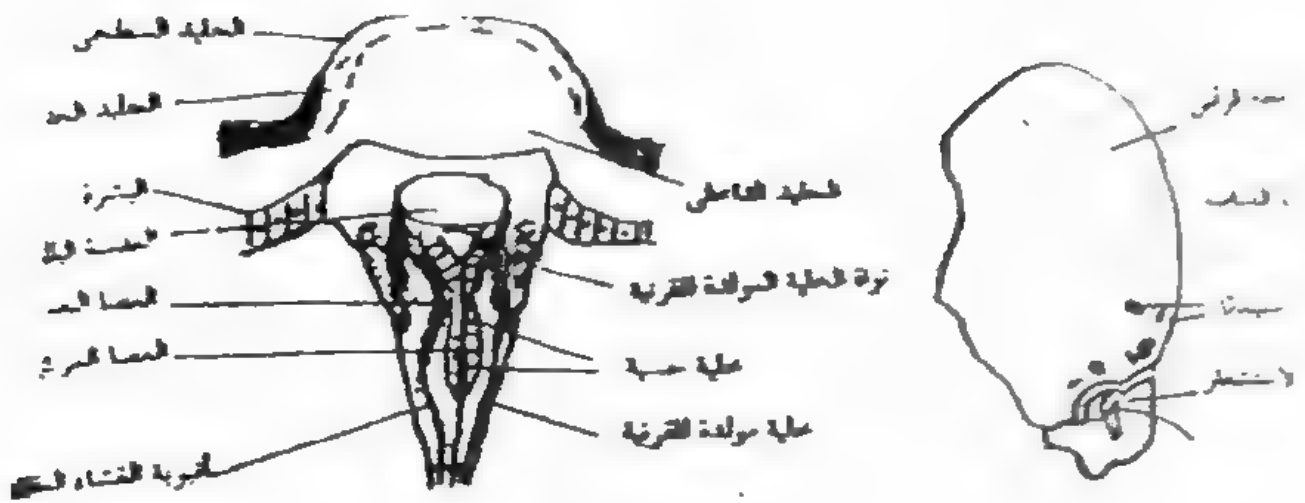
ونشتر هذه الاعضاء على احرء الجسم في موق يتيق وتخصص في استعمال تأثيرات المواد المهيجة Irritant substances مثل الأمونيا وهي عمدة عن شعيرات رقيقة قد تكون طويلة أو قصيرة وليست قائمة بتحركة ويتكون جدارها من طبقة رقيقة من نكتين وقمتها مفتوحة ويصل إلى هذه القمة تفرعات عصبية تقوم بوظيفة الحس كما سبق به.

### ثالثا مراكز استقبال الإشعاعات Radioreceptors:

ويقصد به تلك الأعضاء التي تحس أمكن على جسم نحشة كى تترك كلاً من الموحثات الحرارية أو درجة السودة ويطلق عليها معاً thermoreceptors وهي تلتفت نورة هماً، وكذلك تلك تقوم بترجمة الإشعاع كدرجة السودة.

### ١- مستقبلات الحرارة Thermoreceptors:

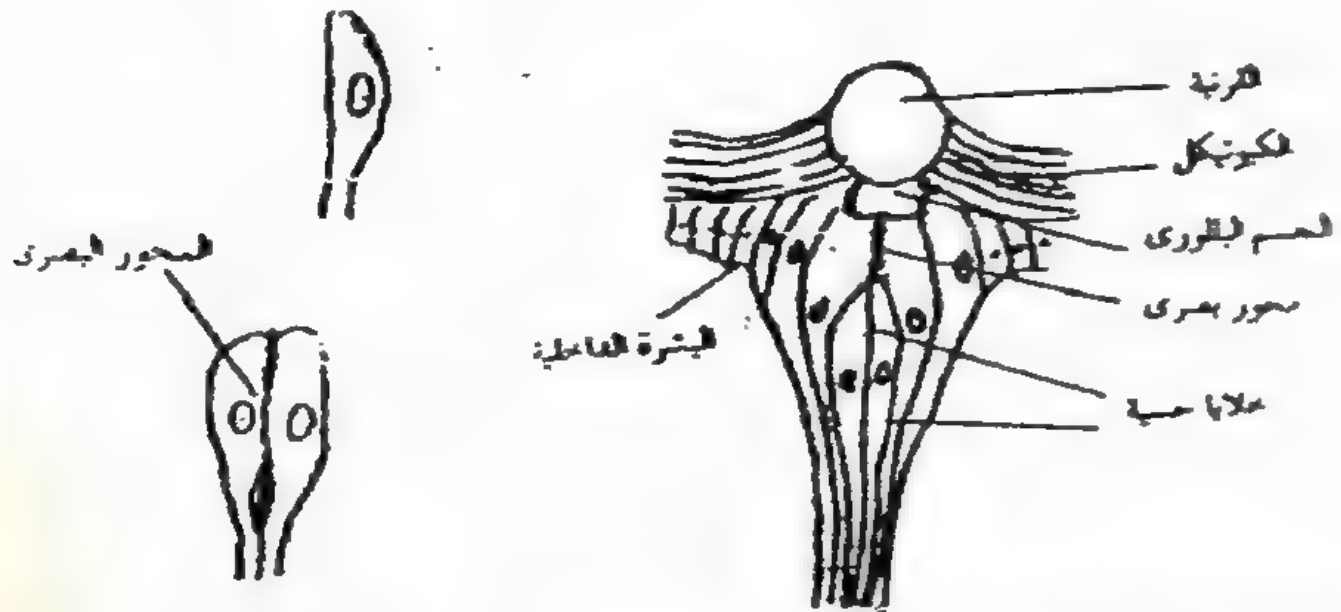
وتحمل مستقبلات الحرارة على قرون الاستعار العشرات وتعمل حساس هذا لاي تغير في درجة الحرارة، ويظهر ذلك واضحا حينما تنحصر درجة حرارة العشر إلى حد ما فإن الكبار تقوم على الفور بنقل الاضوار الجير يدفعه إلى مناطق أخرى بالعشر لم تغير درجة حرارتها، وكذلك يكثر النيب والبق الملمس للماء تحت درجة الحرارة، وتوجد مستقبلات حساسة في Rhodnius على قرون الاستعار، وبصفة عامة في الطفيليات مصاصة الدماء في تحس على التماس من القمل والبق لها مستقبلات حرارية بلعبة بوصوح. أما أعضاء الحس الخاصة بالرضوية فهي أعضاء شعيرية Tuft organs شكل (٣-٢٢) توجد حمرة صلبة على قرون الاستعار وتتكون من تركيب رقيق على شكل شعيرات رقيقة كما في القمل وحشرة السق من جنس Triobium.



شكل ١٠: مصر حسي لرأس يرقة توضيح مواضع المبصرات الجانبية، ب مقطع في الاستيماتا

## ٢- العينات الجانبية Lateral ocelli :

وتوجد في لأضوار انغير يافعة للحشرات كاملية التبدل، وتوجد على جانبي الرأس وتختلف  
عـ هـ بـ حـ دـ أنواع الحشرات فقد تصل إلى ٧ على كل جانب. وتتكون كما في شكل (٦٥) من

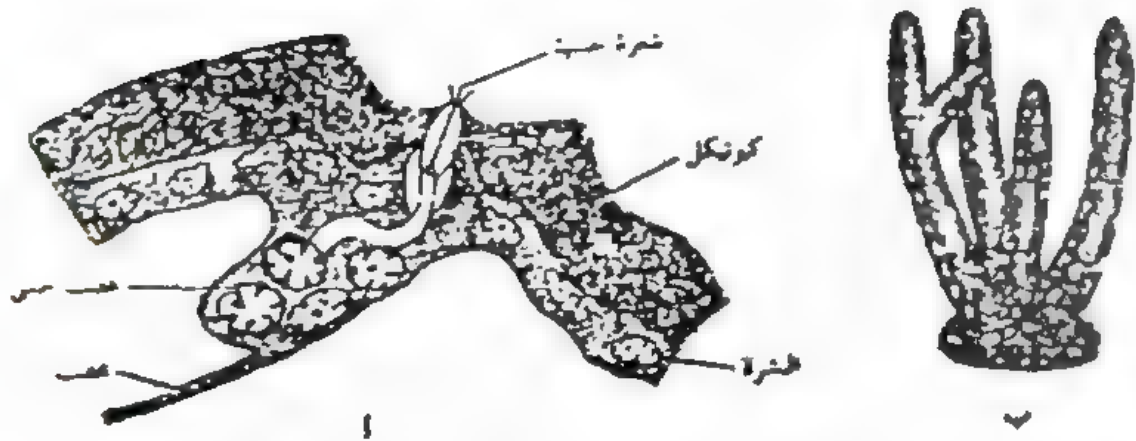


طريقة تكوين المحور البصري  
الخلايا الحسية المستقبلة للضوء

تركيب العين البسيطة في إحدى برقات حشرية الأجنحة *Lepidoptera*

شكل (٦٥) يوضح تركيب العين البسيطة والخلايا الحسية المستقبلة للضوء





شكل (١٢) عضو Tuft الموجود على قرن استسطار Pediculus (ب) مستقبلات الرؤية المتقرمة  
الموجودة على قرن استسطار Tribolium

### مستقبلات الضوء Photoreceptors :

تقبل الحشرات الضوء من خلال العديد من أعضاء الحس، ولكن أهم عضو يقوم بهذا  
النصب هو العيون المركبة Ocelli and Compound eyes وستكلم عن كل منهما  
فيما يلي :

#### ١- العيون أو العيون البسيطة Ocelli or simple eyes :

ويطلق هذا الاصطلاح على الوحدات البصرية المفردة والتي توجد في الأطوار الغير يافعة  
أو اليافعة حتى مع وجود العيون المركبة ويوجد منها نوعان :

#### ١- العيون الظهرية Dorsal ocelli :

ونعني بها الوحدات البصرية التي توجد على رؤوس الحشرات المجنحة اليافعة كالنمل  
والصراصير حيث تعرف في هذه الحالة بالكوى الحسابية Fensestrae وتوجد هذه العيونات في  
ثلاث نقاط أو وصفت بينهما ثلاث منثبات.

وتتركب العيون الظهرية بصفة عامة كما في شكل (٦٤) من عدة جينية شفافة تسمى  
القرنية Cornea ويوجد أسفلها مجموعة خلايا تكوين القرنية Comeagen cells وتتصل  
محاورها بالعصب العيني Ocellar nerve.

لرؤية الدقيقة التي تيحط بالوحدات البصرية للعيون المركبة بحيث تملأ المسافات التي بينها.  
عمل تلك البطانة أيضاً على استقبال الإضاءة الأحيائية.

### أنواع العيون المركبة : Types of compound eyes

وتقسم الأعين المركبة على أساس وجود المخاريط البلورية إلى :

١- عيون ذات مخاريط حقيقية Eucone eyes ويوجد في كل وحدة بصرية من هذا النوع مخروط بلوري حقيقي بمعنى أنه قد يكون جسماً صلباً عاكساً ويكون داخل الخلايا المخروطية وتتجمع أنوية هذه الخلايا في الجزء الأمامي من المخروط. ويوجد هذا النوع في كل من رتبتي الحشرات ذات الذنب الشعري ومستقيمة الأجنحة وبعض الرتب الأخرى شكل (٦٧-أ).

### ٢- العيون ذات المخاريط الكاذبة Pseudocone eyes :

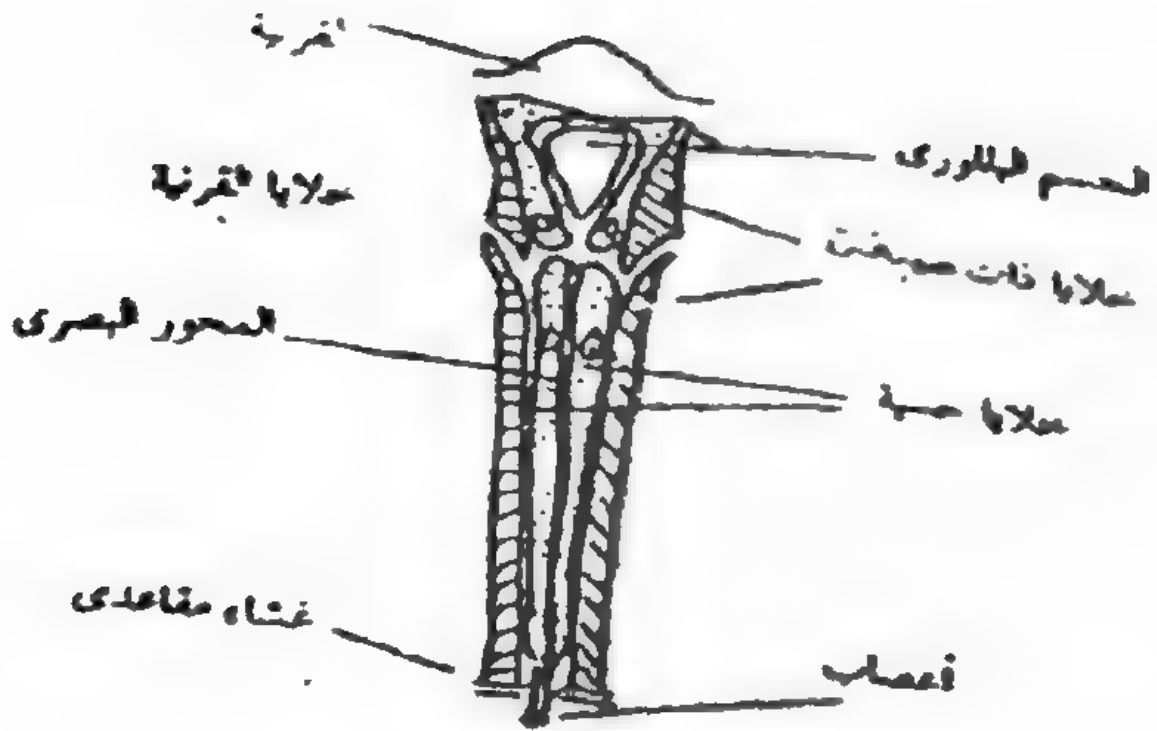
ولا يوجد في هذا النوع مخاريط بلورية للوحدات البصرية. وتمتلى خلايا المخروط الأربع بمادة شفافة نصف سائلة توجد أمام الأنوية ويوجد هذا النوع في رتبتي Bruchcera ودائرية الانشقاق Cycloptera من ذات الجناحين.

### ٣- عيون عميقة المخاريط Acone eyes :

وفي هذا النوع توجد الخلايا المخروطية المسطحة الشفافة ولكن لا تفرز أى نوع من المخاريط السابقة (البلورى أو السائل). وتوجد مثل هذه العيون في حشرات جلدية الأجنحة، ونصفية الأجنحة وغمدية الأجنحة وذات الجناحين شكل (٦٧-ب).

### ٤- العيون ذات المخاريط الخارجية Exocone eyes :

وفي هذه الحالة تتبعج القرنية للداخل لتكون تركيباً جليدياً يستقر أمام خلايا المخروط الحقيقية التي لم تمتد إليها لتحوير. ويوجد هذا النوع في بعض أنواع الحشرات غمدية الأجنحة والجلدية الأجنحة شكل (٦٧-ج).



شكل (٦٦) إحدى الوحدات البصرية فى العين المركبة

٢- جهاز الاستقبال Receptive system ويتكون من :

١- الشبكة Retinulum وتتكون من سبع خلايا بصرية تحتوى أصباً ومخاريط ومنها يتكون الجزء الذى يلقى الضوء العينية وتتجمع فى شكل دائرة ويخرج من كل منها عصب يصلها بالقص البصرى المحي.

٢- الجهاز الصبغى Pigmental system ويشمل كلا من :

(١) الخلايا القزحية الأولية Prymaryaris cells خلايا مستطيلة مليئة بحبيبات ملونة وتوجد حول المخروط البلورى.

(٢) الخلايا القزحية الثانوية Secodaryaris cells :

وهي خلايا مستطيلة ممتلئة بحبيبات الصبغة وتحيط بكل من الشبكة وخلايا القزحية الأولية وبذلك تعزل الوحدة العينية عن الوحدات المجاورة وترتكز قواعد الوحدات البصرية على غشاء قاعى تنفذ خلال ثقوبه الألياف العصبية للشبكية وكثيراً ما تنفذ قصيبات هوائية دقيقة.

ومن الملاحظ أن أعين الحشرات التى تنشط ليلاً بها بطانة عاكسة Tapetum reflecting كحشرات فصيلة Neoctuidae ومن شأن هذه البطانة أن تعكس الضوء التى ضلت طريقها إلى الوحدات البصرية وتعيد على تلك الوحدات وهى عبارة عن مجموعة من القصيبات الهوائية

(١) القرنية Cornea

(٢) الطبقة المولدة للقرنية Crneal layer.

(٣) الشبكية Retina.

وهي مجموعة من الخلايا الحسية البصرية ذات الشكل المغزلي توجد أسفل الخلايا المولدة لقرنية مباشرة وتنتهي أطرافها بألياف عصبية تتجمع معاً لتكون العصب البصري Optic nerve ويتجمع حينئذٍ أو ثلاثة حول قضيب بصري Rhandom ويتكون بذلك وحدة تسمى الشبكية Retinula.

(٤) الخلايا الصبغية Pigment cell :

وهي مجموعة الخلايا التي تنتشر بين الشبكية وعلى حواف الخلايا المولدة للقرنية وتكسب العيون ظلمة تمكنها من تمييز المرئيات نظراً لامتلاء تلك الخلايا بالحببيات الملونة القائمة أو السوداء. وقد يطلق عليها القزحية Iris وتشبه العيون الجانبية وحدات العيون المركبة وهي لا تستطيع إلا تمييز النور من الظلام.

ب- العيون المركبة Compound eyes :

وتوجد هذه العيون على جانبي رأس كل من الحوريات والحشرات اليافعة لمعظم الحشرات وإن كانت قد توجد بصورة مضمحلة في البعض الآخر كالقمل وأخذت هذه التسمية من احتوائها على عدد من الوحدات البصرية يطلق عليها Ommatidia شكل (٦٦) ويختلف باختلاف الأنواع فقد تكون وحدة مفردة كما في النحل وقد تحوى الآلاف من تلك الوحدات فقد تصل ثمانية وعشرين ألف وحدة كما في الرعاشات. وقد تنقسم العين الواحدة إلى جزئين بحيث يخيل للراني أن للحشرة روجين من الأعين كما في حشرة Gyrinus من رتبة ضفدية الأجنحة وتتركب الوحدة العينية مما يلي :

١- جهاز التركيز :

١- القرنية Cornae وهي الجزء الأسطحى انشفاف وهي محدبة الوجهين.

٢- الطبقة المولدة للقرنية Corneagen layer :

ويتكون من عدد محدود من خلايا البشرة وهي مسئولة عن تكوين القرنية.

٣- خلايا المخروط البللورى Crystalline cone cells وتلى الطبقة السالفة وتتكون من أربع خلايا وتسمح بمرور الأشعة الضوئية دون حدوث أى انكسارات بها.

وعلى سبيل المثال ، يتم تصنيع صريبات القلب في الحشرة عندما يتم وصول إفرازات تلك الخلايا إلى صريبات قلب عن طريق أنبهرات ، انظر فيه لهذه الخلايا مرورا بمحاورها العصبية.

#### ب- الانتقال عن طريق المائل الدموي :

ويتم انتقال الهرمونات عن طريق الأنسجة المستهدفة عقب وصولها إليها بأي من الطريقتين

تدوير

#### أ- طريقة التأثير المباشرة :

وفي هذه الطريقة يتم نقل الهرمون إلى موضع عمله في الجسم بصورة مباشرة، وغالبا ما يكون ذلك في الهرمونات التي تفرزها الخلايا العصبية المفرزة ذات المحاور العصبية والزوائد الانبهرية كنت التي تنظم صريبات قلب الحشرة عن طريق وصول الهرمون الخالص إلى عضلات قلب وكذلك تأثير هرمون المخ على خلايا الصدر الأمامية.

#### ب- الطريقة غير المباشرة :

ويحدث ذلك في الحالات التي يحتاج إتمامها لوجود عدة هرمونات يتم إفرازها في أماكن مختلفة حيث لا يكون تأثير الهرمون الأول الذي يلزم لبدء العملية مباشرة في إتمام هذه العملية وإنما يقوم بتسيه عضو آخر أو غدة أخرى لتقيام بإفراز هرمون آخر يصل إلى مكان التأثير في العضو أو النسيج المستهدف كما هو الحال في إفراز كل من هرمون الشباب Juvenile hormone والانسلاخ Moulting hormone حيث تقوم الهرمونات العصبية التي تفرزها خلايا البطانة الظهريية للمخ وهي ما يعرف بـ "هرمون المخ Brain h." تقوم بالتأثير على كل من غدتى انصدر انغزادية والألانية من خلال تنشيط أو تثبيط قنرتيهما الإفرازية تبعاً لنوع العمل المطلوب.

#### أنواع الهرمونات الحشرية : Types of insect hormones

##### أولاً : هرمونات المخ : Brain hormones

يتم إفراز هذه المواد طبيعياً بواسطة الخلايا الإفريزية العصبية التي تقع في الجزء الظاهري من مقدم المخ ويطلق عليها Neurosecretoty ويعتبر الهرمون المؤثر على نشاط الغدد الصدرية الأمامية Prothoracic-tropic hormone واختصاره (PTTH) وهو أهم هذه الهرمونات وقد أمكن استخلاص هذه المادة من أمخساخ يرقات ديسدان الحرير

*Bombyx mori*



## الهormونات الحشرية Insect hormones

الهormونات الحشرية هي عبارة عن مواد طبيعية تفرزها عدد خاصة تقع داخل أجواء معينة من جسم الحشرة وبطنق عليها العدد الصماء Endocrine glands، وتنشأ هذه الغدد الصماء من منطقة الأكتوبيرد في المراحل الجنينية المبكرة، ثم لا تلبث أن تهاجر إلى موضعها في الجسم لتصبح في شكل أعضاء محددة تحديداً جيداً (Wigglesworth) وعندما تقرر هذه الغدد تلك المواد وبمجرد ما تصل إلى أجزاء الجسم المختلفة عبر السائل الدموي Hemolymph في صورة رسائل كيميائية بكميات وتركيزات تتناسب مع احتياجات الجسم في إحداث التأثير الوظيفي المزمع. ولا شك أن ذلك يختلف من عملية حيوية لأخرى.

ويرجع إطلاق كلمة Hormone أي المثبر، على هذه المواد إلى كل من Byliss وStarling (١٩٢١) وبإثرهم من عدم دقة هذه الكلمة، فما يزال استخدامها شائعاً حتى الآن.

وتلعب الهormونات أدواراً بارزة في حياة الحشرات نظراً لأنها تهيمن على مختلف العمليات الحيوية اللازمة لحياة الحشرة من نمو ونشاط وحركة وسكون. إذا ما تم إفراز هذه المواد بصورة طبيعية، أما إذا حدث اختلال في هذه المواد سواء أكان طبيعياً أو صناعياً عن طريق تدخل الإنسان عن قصد أو غير قصد فإن ذلك يؤدي إلى اختلال هذه العمليات واضطرابها. وفي تلك ما فيه من التأثير الضار على حياة الحشرة إلى الحد الذي يعرضها للتهلك.

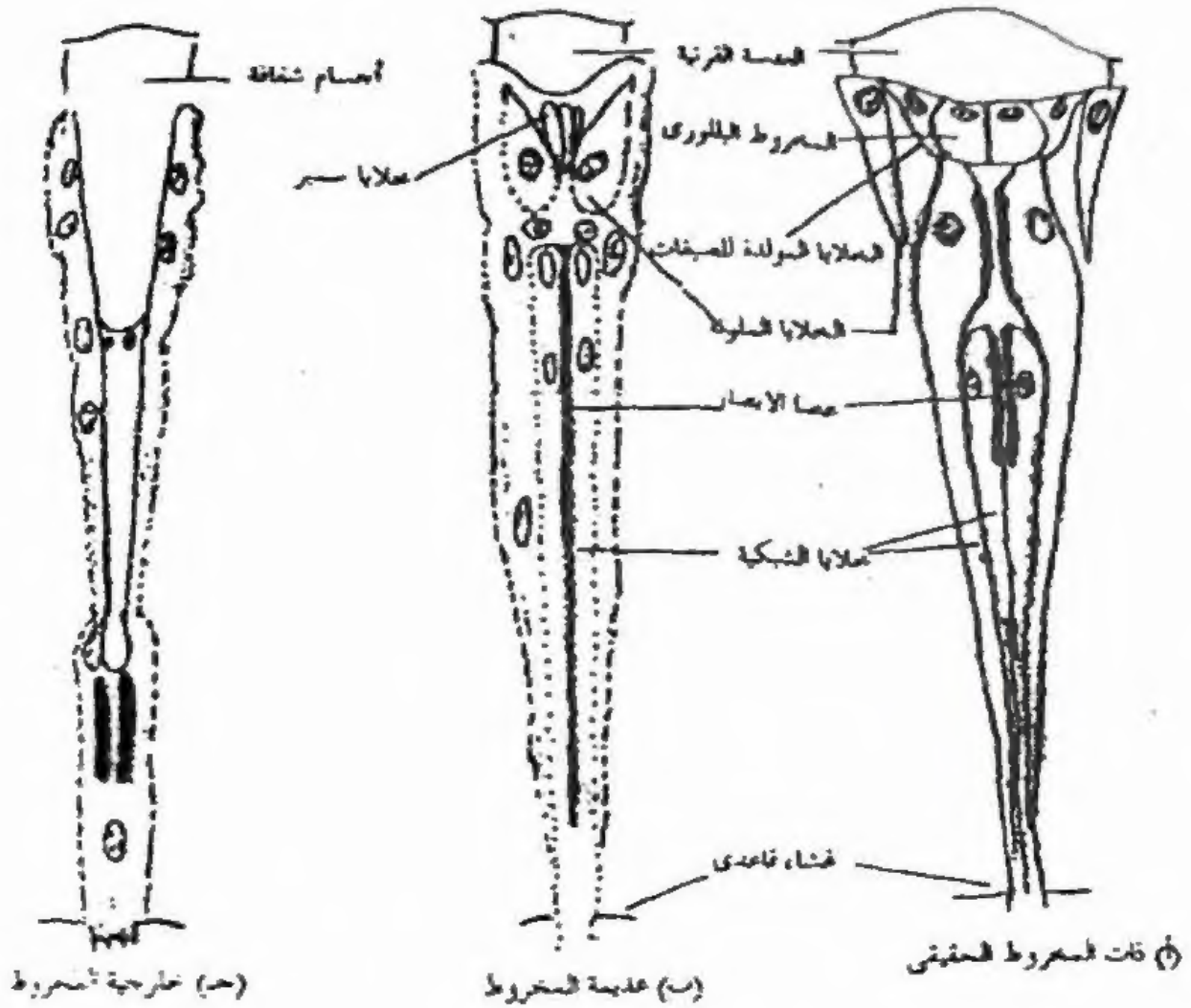
وقد استغلت هذه الناحية في مكافحة الحشرات عن طريق معاملتها بمواد مصنعة مشابهة لبعض هذه الهormونات محدثة بها تلك الآثار الضارة تفادياً لأخطار التلوث بالمبيدات التقليدية.

انتقال الهormونات إلى أماكن عملها في جسم الحشرة :

يتم نقل الرسائل الكيميائية (الهormونات) إلى مواضع عملها في جسم الحشرة وتحت سيطرة الجهاز العصبي بأى من الطريقتين التاليتين :

أ. عن طريق الخلايا العصبية المفرزة Neurosecretory cells

ويتم ذلك عن طريق ما تقوم به الخلايا العصبية المفرزة من إنتاج لحبيبات كروية دقيقة من مادة انبروتين على صورة ببتيدات عديدة Polypeptides تتراوح أقطارها بين ١٠٠ و ٣٠٠ ميكرون، ويتم نقل هذه الحبيبات عبر محاور هذه الخلايا العصبية حيث تصل إلى الموضع المستهدف للتأثير عليه والذي تصله النهايات الطرفية لهذه الخلايا المفرزة. أي أن هذه المواد الكيميائية المستحثة بهذه الصورة تقوم بإحداث تأثير موضعي في العضو أو الأعضاء المستهدفة.



شكل (٦٧) الأنماط المختلفة من الصوتيات له ذات المخروط الحقيقي Eucone في ذات النشب الشعري بـ عديمة المخروط Acone في بعض غمدية الأجنحة جـ خارجية المخروط Exocone في بعض غمدية الأجنحة  
الرؤية لدى الحشرات :

تتخصص الوظيفة الرئيسية للعين البسيطة في تمييز الضوء من الظلام، كما أن مقدرة تلك العيون على تمييز الألوان محدودة وتختلف من نوع لآخر.

أما العيون المركبة فتتم فيها الرؤية تبعاً لنظرية التبع Mosaic فهي لا تستطيع تحديد الصورة التي تستقبلها ولكنها تستطيع بسهولة تحديد التغيير الذي يحدث فيها، وبمعنى أدق فهي تحدد تحرك الأشياء التي أمامها وتستخدم ذلك في تحديد صورتها فحوريات الرعاش لا تنقض على فرائسها مالم تكن تلك الفرائس في حالة حركة. وكذلك الحال في ذكور الفراشات حيث لا تنجذب إلى الإناث إلا إذا كانت في حالة حركة.

أما استجابة الحشرات للضوء Phototropism فقد تكون سالبة أو موجبة.

1- Ecdysone.

2- B-ecdysone.

3- Hydroxyecdysone.

4- Dihydroxyecdysone.

وتقوم غدة الصدر الأمامي في الحشرة العالمة بإفراز هرمون Ecdysone ولا يثبت هذا الهرمون أن يتحول إلى هرمون B-Ecdysone عند وصوله إلى مكان آخر من أنسجة الجسم، وعلى ذلك فإن النشاط الحيوي لكل من هذين المركبين بصعب تقديره داخل الجسم ويلعبان أدواراً محددة ومنفصلة في حياة الحشرة حيث أن الفا اكتيسون يبدأ دورة الانسلاخ بينما بيتا اكتيسون يقوم بتنظيم العمليات التالية مثل ترسيب الحليد.

أما هرمون الهيتر وكس اكتيسون فيقوم بتوجيه هام في عملية تخليق الجنين.

**أهمية هرمونات الانسلاخ :**

١- تقوم بتسببه خلايا البشرة كي تتصحم من بدء مرحلة الانسلاخ

٢- تعمل على تكوين الحليد الجديد

٣- يتأثر كل من هرمون المع وهرمون الشباب وهرمون الانسلاخ في تمام عملية الانسلاخ بنجاح، بمعنى أن هرمون المع يهيئ الجسم للانسلاخ فيقوم الحشرة ببعض الطواهر السلوكية التي تسبق عن استعدادها لبعض مراحل هامة في حياتها كالشكف عن سلوك الطعام لبعض الوقت، والظهور إلى مكان هادئ لتنظيم هبة انفسها واستطعمع ثم اتهاء في حين لهذا هرمونات الانسلاخ في أحداث انزعاها المتعاقبة. وفي بعض الوقت من هرمون الشباب المقرر بعد ذلك بعمل على الحد من تأثيرات هرمونات الانسلاخ بصفة خاصة حيث يحدث الانسلاخ في العمر الأخير من الأطوار غير اليقعة فاقمة بعد الانسلاخ. وفي الوقت نفسه لا يقوم هرمون المع سوى كحامل لا في الحشرة إلى الطور اليقعي حيث يلائس تنظيم عدة الصدر الالاجية ويتحول

فقد تضاربت الآراء حول طبيعة هرمونات المخ هذه، ففي الوقت الذي يرى فيه بعض الباحثين أن لهذه المواد خواص الليبيدات فإن البعض الآخر يرى أن لها طبيعة بروتينية فيجب أن تكون Polypeptide وقد حدث هذا التضارب بناء على طرق الاستخلاص المتبعة وخواص المواد المتحصل عليها.

وبناء على ذلك فبنينا نوجز أهم خواص هذه المركبات فيما يلي :

١- أمكن تحضير هذه الهرمونات على صورة بلورية عند استخدام كحول الأيثانول في الاستخلاص وذلك بتنقية الجزء المذاب.

٢- تنصهر هذه البلورات على درجة حرارة ١٤٢°ف.

٣- أمكن تحضير هذه المركبات بالإذابة في الماء ووجد أنها ذات طبيعة بروتينية.

٤- تعتبر المركبات البروتينية حساسة للإنزيم *Protease*.

٥- لهذه المركبات أوزان جزيئية تتراوح بين ٧٠٠٠-٤٠٠٠٠.

أهمية هرمونات المخ :

تتعب مجموعة هرمونات المخ أدواراً ملحوظة في مختلف النواحي الوظيفية لأعضاء الحشرات تعمل عملية التشكيل *Morphogenesis* والنمو *Growth* والتكاثر *Reproduction* وتنظم عمليات النمو المبني في مرحلة السكون *Dormancy* بصوره المختلفة كما تقوم بتنظيم ضربات القلب وإدرار البول *Diuresis* أو احتباسه *Antidiuresis*، كما تغذي إليها التغيرات الثانوية وعمليات الأيض الوسيط.

ثانياً : هرمونات الانسلاخ *Multing hormone* :

توجد عدد خاصة داخل حلقة الصدر الأمامي تتكون من خيوط عقدية من الخلايا التي تحصرها القصبيات الهوائية قريباً من الثغور التنفسية، وتقوم هذه الغدد بإفراز هذه الهرمونات عقب تنبيه هرمونات المخ لها، وأول من استطاع عزل هرمون *Ecdyson* وهو أحد هرموز الانسلاخ (الباحث *Karlson 1953*)، وقد تمكن من تحضيره على صورة بلورية، كما وجد أيضاً أن هناك أربع صور من هذا المركب هي بمثابة متشابهات له وهي :



### ثالثاً : هرمونات الشباب Juvenile hormones :

هي مجموعة من الهرمونات التي تفرزها الغدد الصماء (غدد الجسم الكروي)

Corpora allata ويرجع الفضل في اكتشاف هذه المركبات على العالم Williams (1956) حيث تم استخلاصها من صدور الذكور اليافعة لفراشات ديدان الحرير من جنس Cecropia وخنزف Tenebrio ويوجد لهذه الهرمونات مشابهاً حيوية يطلق عليها جميعاً

Jh-mimics Juvenile hormone analogue

### أهمية هرمونات الشباب :

- ١- وجود هذه الهرمونات ضروري لنمو وتطور الأعمار غير اليافعة مثل اليرقات والتحوريات.
- ٢- تعمل على تنشيط ترسيب المح في البيض.
- ٣- تلعب دوراً هاماً في عمليات التمثيل الغذائي مثل إفراز إنزيمات الهضم وتمثيل الدهون وتكوين البروتين التنفسي.
- ٤- تتحكم في نشاط هرمونات الإنسلاخ.
- ٥- تتحكم في توجيه السلوك الجنسي عن طريق تنظيم الجاذبات الجنسية المعروفة باسم Phermones.